

第一部分：介绍

1.0 简介

IP-LX 是 CEDI 技术的先锋 IONPURE 开发的最新产品, 2000 年投放市场。IP-LX 集合了 15 年的商业实践, 比以前的产品更可靠且成本更低。本章将介绍相关技术, 并将阐述 IP-LX 与以前原型号产品及竞争伙伴同类产品的区别。

1.1 CEDI 技术

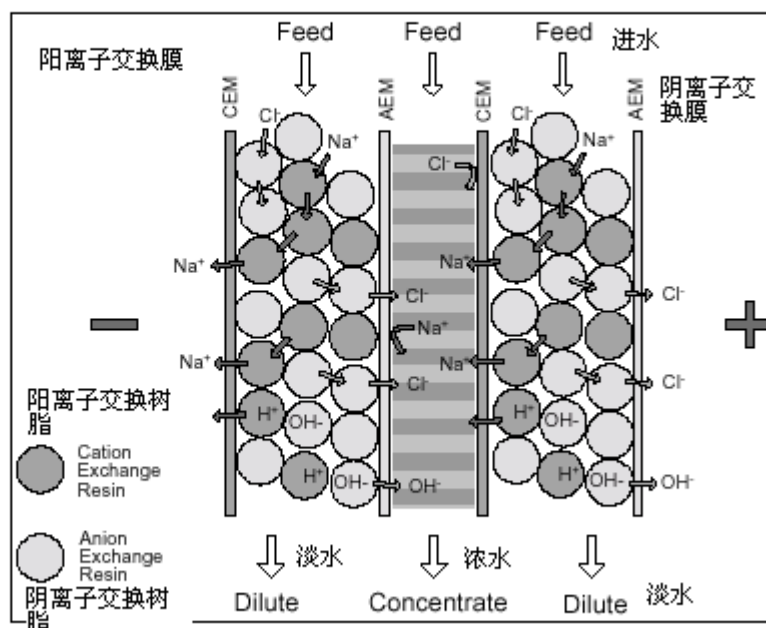
CEDI 指用离子交换膜, 离子交换树脂, 在直流电场的作用下, 从水中消除离子的过程, 自从 1987 年 Millipore 的水处理部, 著名的 Ionpure (现为 Vivendi 水处理部) 推向市场后, 不断进行改进, 以降低成本和提高去离子度。

市场上大多数的 CEDI 产品由交替放置的阳离子和阴离子膜构成, 水从其中的膜隙流过。这些交替放置阴、阳离子交换膜被固定在两个带有进出水口的装置之间, 水从其中的膜间隙流过。面向正极带有正电荷的阳离子交换膜与面向负极带有负电荷的阳离子交换膜之间构成淡水室; 面向负极的阴离子膜与面向正极的阳离子膜之间组成浓水室。为了便于在弱电解质溶液中强化离子交换过程, 在淡水室, 有时在浓水室添加离子交换树脂。在 CEDI 装置机架两端的电极提供了横向的直流电场, 直流电场驱动水中的离子运动穿过离子交换膜。其结果是降低了淡水室水中的离子浓度和增加了浓水室的离子浓度。图 1 显示的是两个淡水室和一个浓水室离子交换过程。

大型的 CEDI 装置, 要由许多这样的基本单元组合在一起, 并联工作。

图1

Figure 1. CEDI Process



CEDI 装置有许多类型, 但由于离子交换过程本身的特性所致, 目前制造商形成了两种设计方式。即平板框架式结构和卷式结构。平板框架式在结构上类似于过滤器和热交换器, 在极板之间交替设置的淡水室和浓水室, 靠加紧机构紧固在一起, 形成类似三明治式的机械结构。增加淡水室和浓水室对的数量, 就可以增加每个模块的生产能力。这种结构的主要优点是易于组装。

与此相反, 卷式 CEDI 装置要更复杂, 因此也难于组装。只有欧洲的 CHRIST 供应这种

结构的 CEDI 装置。我们不详细描述这种结构，在原理上，与平板框架式完全相同。

目前，在美国主要的竞争对手是 E-Cell, Ionics, Electropure, 和 SG 水系统公司，他们都采用平板框架式结构。平板框架式结构分为两个思路，薄室和厚室结构，划分标准基于淡水室的设计厚度。根据本文的观点，薄室厚度为 2-3 毫米，厚室的厚度为 8-10 毫米。

1.2 薄室 CEDI

首先上市的是带有混床离子交换树脂的薄室 CEDI 装置。尽管进行了多年的改进，但其基本原理未变，这种技术已经证实是有效的和可靠的。在 H 系列，P 系列和紧凑型 CEDI 装置中，Ionpure 一直沿用这种技术。Ionics 和 Electropure 也采用这种技术。Ionics 的 CEDI 装置和 Ionpure 的 H 系列 CEDI 产品在薄浓水室中使用惰性隔帘技术。Iopure 在紧凑型 and P 系列在浓水室中填充了离子交换树脂，其浓水室的厚度与淡水室基本相同。

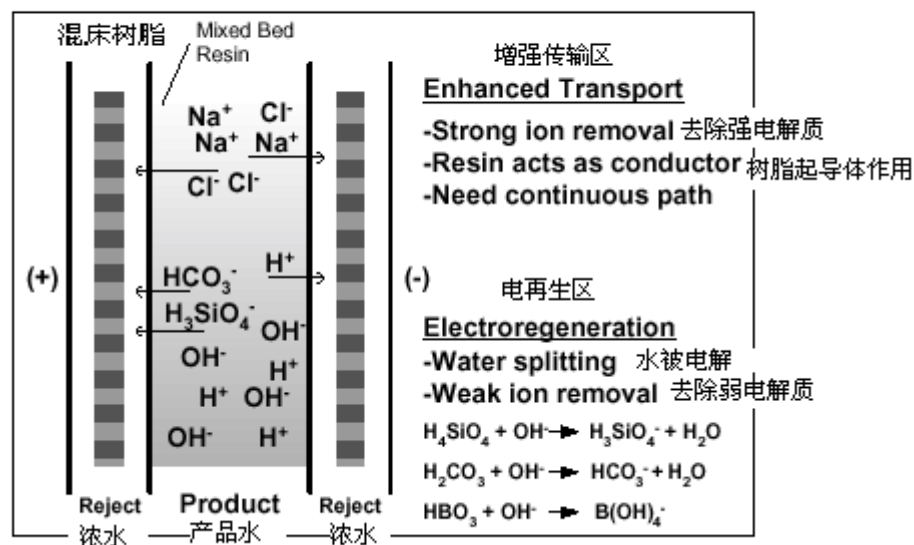
由于活性膜典型的产品流量为 150 加仑/分钟/平方英尺(gfd)，所以这项技术在文献“low-flux”被不恰当的称为低流量的 CEDI。按照这种观点，典型的反渗透系统(RO)的通量大约是 20-30gfd。可是在 RO 系统中，水流确实穿过了膜，膜通量是恰当的描述参数。但对于 CEDI 系统，淡水（产品水）流经树脂床，只有离子态的盐穿过了膜。也许，对于 CEDI 装置，通过的时间（阻力时间）是个更合适的描述参数。从这个角度上讲，薄室和厚室技术是相同的。

在薄室混床的 CEDI 淡水室中，会形成两个不同的区域。强电解质物质首先被祛除，弱电解质物质在水由上至下流动过程中被祛除。我们把这两个区域分别称为增强传输区和电再生区。

在超纯水生产过程中，CEDI 的进水是由 RO 系统进行预处理的。这种水中只会含有少量的可溶性物质，离子态固体，和一些弱电解质，如二氧化碳和二氧化硅。因为负荷低，在增强传输区，装置能够祛除多数的强电解质物质。在这一区域，离子交换树脂起简单的导体作用，加速了离子从淡水室到浓水室的迁移过程。这是因为离子交换树脂的导电性是水的导电性的几个数量级。如图示树脂床顶部。

薄室混床去离子装置图

Figure 3. Removal Mechanism in Thin Cell Mixed Bed CEDI



绝大部分的强电解质物质在淡水室顶部就被祛除了，淡水室的导电性靠离子交换树脂维

持。同时装置运用使水分离的最小热动力过电压，来增加氢离子和氢氧根离子的浓度。图中电再生区所示。在树脂与树脂或膜与树脂的交界部分，由于异性电荷的作用，水的电离反应大大增强了。游离的氢离子和氢氧根离子使树脂再生，弱电解质可以再反应，分解成离子，进入浓水区。

1.3 厚室 CEDI 技术

如同薄室技术被不恰当的标榜为“低流量”，厚室技术也被不恰当的标榜为是“高流量”，典型的 CEDI 流量达到了 550gfd。这些设备在相同膜面积情况下，每单元生产更多的产品水，但流经时间与薄膜相当。

1996 年，E-Cell 安装了第一套试验设备。标志着厚室 CEDI 投入商业应用。从那时起，其它的厚室装置陆续投放市场，如 E-Cell 的 MK-2，SG 水系统的 EI-Ion，Ionpure 的 IP-LX。除了淡水室加厚了，这中装置与薄室 CEDI 的真正区别在于分层树脂，或组合的分层树脂与混床树脂。

由于在膜之间不易获得连续通道，应用混床填充树脂的厚室淡水通道可能不利于其性能。尽管水电离能够持续发生在不同电荷性质的树脂与树脂，和树脂与膜的接触面之间，但大部分的氢离子和氢氧根离子在离子的相对运动中，会重新结合。

在商业实践中，厚室 CEDI 淡水室只使用分层树脂而不使用混床结构。这种装置离子祛除的基础是不同的。因为在膜之间的给定点范围内只有单一电荷类型的树脂，同时传输两种离子是不可能的。因此，水必须分解出氢离子和氢氧根离子，在保持离子传输的同时，维持电离平衡。因此，无论对于强电解质还是弱电解质，电流传输和水分解是非常重要的。

1.4 水分解和模块电阻

如上描述，水分解对于消除弱电解质，如二氧化硅，二氧化碳，和硼是非常重要的。厚室 CEDI 装置中，对消除强电解质也是非常重要的。水分解的电流效率用法拉第定律确定：即使一定数量的离子从电化学室流出，所需的理论电流量比实际电流量：

$$I=(Eq)(F)/t \quad (1)$$

其中：

I=理论电流量，安培

Eq=每个电化学室流出的离子数量

t=时间，秒

F=法拉第常数=96,500 库仑/当量数

如果电流效率是法拉第理论电流除以实际电流。我们获得如下公式：

$$\eta = (Eq) (F) 100 / (Ia)(t) \quad (2)$$

其中：

η = 电流效率，%

Ia=实际电流，安培

为了公式容易使用，我们可以用流量和进水浓度代替单位时间祛除电荷数。公式为：

$$\eta = (3.22) (TEA) (Q/n) / Ia \quad (3)$$

其中：

TEA=总可交换阳离子量，mg/l 以 CaCO_3 计

Q/n =每个工作单元产品水单位流量, l/min/单元

3.22=系数

通过这个公式,我们可以得出一对重要推论。第一,对于厚室 CEDI,由于其每个工作单元的流量高于薄室,在同等效率下,需要更高的电流。第二,在恒定的流量和进水浓度条件下,增加实际电流,电流效率可能降低,但水分解会因此增加。电流效率对于弱电解质的分解特别重要。为了有效祛除硅、硼,电流效率常低于 10%。

E-Cell 也使用另一种形式的电流效率的概念。他们使用的 E 系数,是电流效率的倒数。因此,增加 E 系数等于降低电流效率。

在任何情况下,增加电流需要增加电压或降低模块电阻。增加电压必须考虑电力消耗和增加安全风险。所以,减低模块电阻成为设计的重要任务。

因为所有的 CEDI 设备都在淡水室中使用离子交换树脂,电阻主要来自浓水室部分。在浓水室没有树脂的条件下,唯一增加导电性的方法是增加水的导电性,即增加浓水的循环次数或者直接注入盐,如氯化钠。另外许多制造商使循环的浓水沿着高度方向流动或者沿着模块长度提供恒定的水流。

再循环有一些优点,如在较高速度的情况下有较小的附面层厚度。但是使用浓水循环也有一些缺点。浓水循环需要泵和额外的辅助设备控制电机启动和阀门动作,这增加了系统设计的复杂性和增加了总成本。在非正常运行条件下,系统运行或泵的调整使工作过程频繁。泵的功率消耗是系统功率消耗的重要部分。典型的实例,薄室 CEDI 系统耗电 1 千瓦小时/千加仑产品水,2/3 的功耗消耗在再循环泵。

盐注入也有一些弊端,增加 CEDI 中浓水流的盐浓度,将导致:

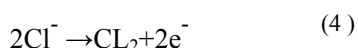
- *限制浓水流的回收

- *增加淡水室和浓水室的离子浓度差,如果膜的质量不好,浓水室中被祛除的离子可能会返回淡水室。

- *增加盐桥的可能性,和电短路

- *当注入浓水时,会导致在电极处产生氯气

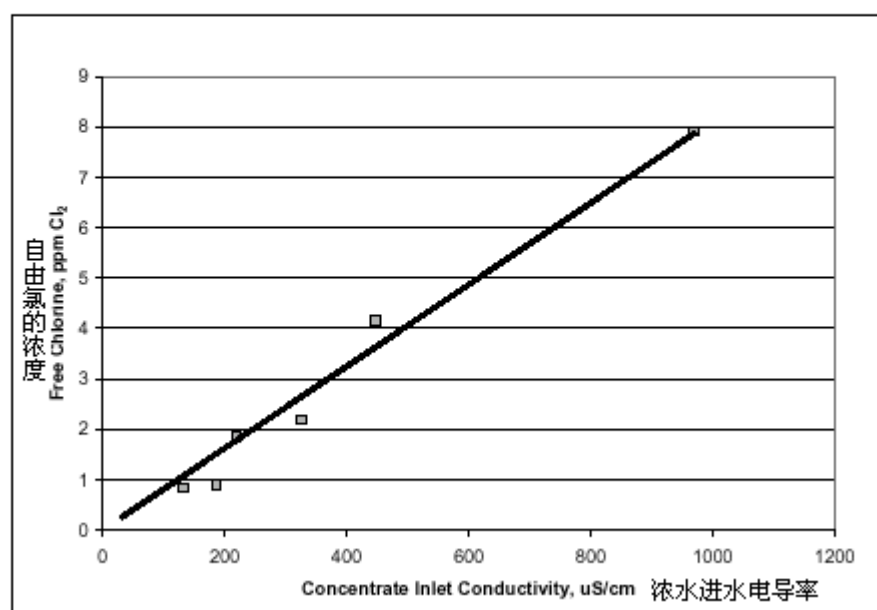
因为许多 CEDI 设备输送浓水到极水室,由于浓盐水的注入,在电极增加了氯的浓度。如公式(4),氯离子在电极还原成氯气,氯气是强氧化性和有毒气体,它能损害离子交换树脂和附近其它设备。



例如测定氯气形成的过程实验,用一个 E-Cell 模块运行在 600 伏 3 安培的条件下,进水温度在 15℃至 25℃之间变化,从而使模块电阻相应的变化。然后调整进口的氯化钠浓度,补偿电阻的变化,维持电流在 3 安培,测量溶解在产品水中的游离的氯含量。如图 5,检测出大量的游离的氯。有证据表明在设备附近有大量泄露的氯气。

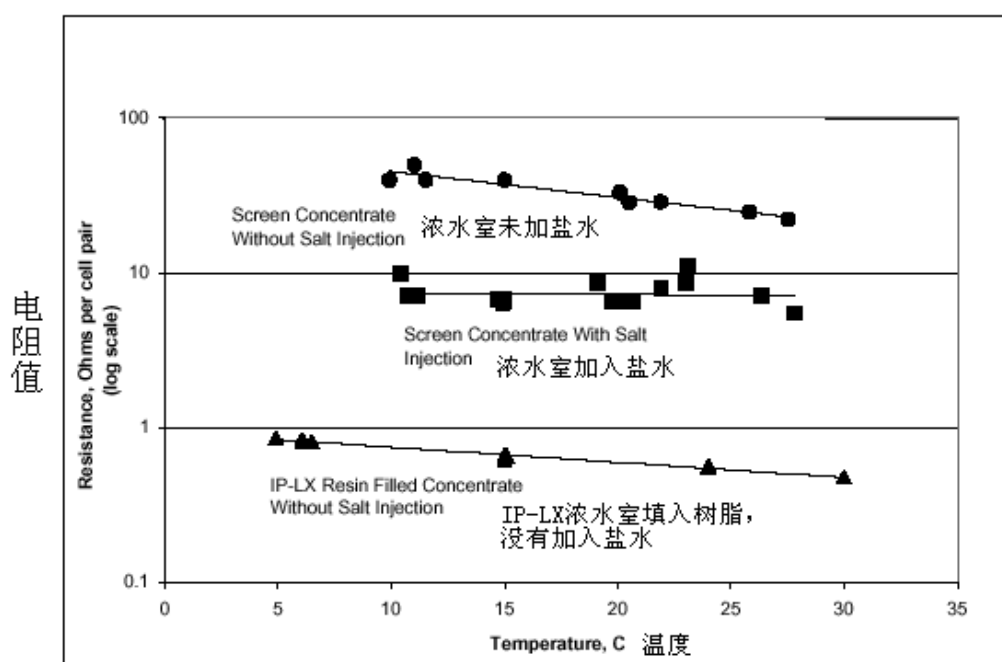
图 5 表示的浓度范围内,将对与极水接触的离子交换膜造成的损害。

图5，E-Cell膜块电极中产生的氯气

Figure 5. Chlorine Generation at the Electrodes in an E-Cell Module

另外一种降低模块电阻的方法是在浓水室填充离子交换树脂。因为树脂的导电性是 RO 水的几个数量级，如图 6 显示。它克服了水的电阻，减少了盐水注射的需求和再循环需求。Ionpure 自九十年代中期在紧凑型 and P 系列以及 IP-LX 使用这项技术。

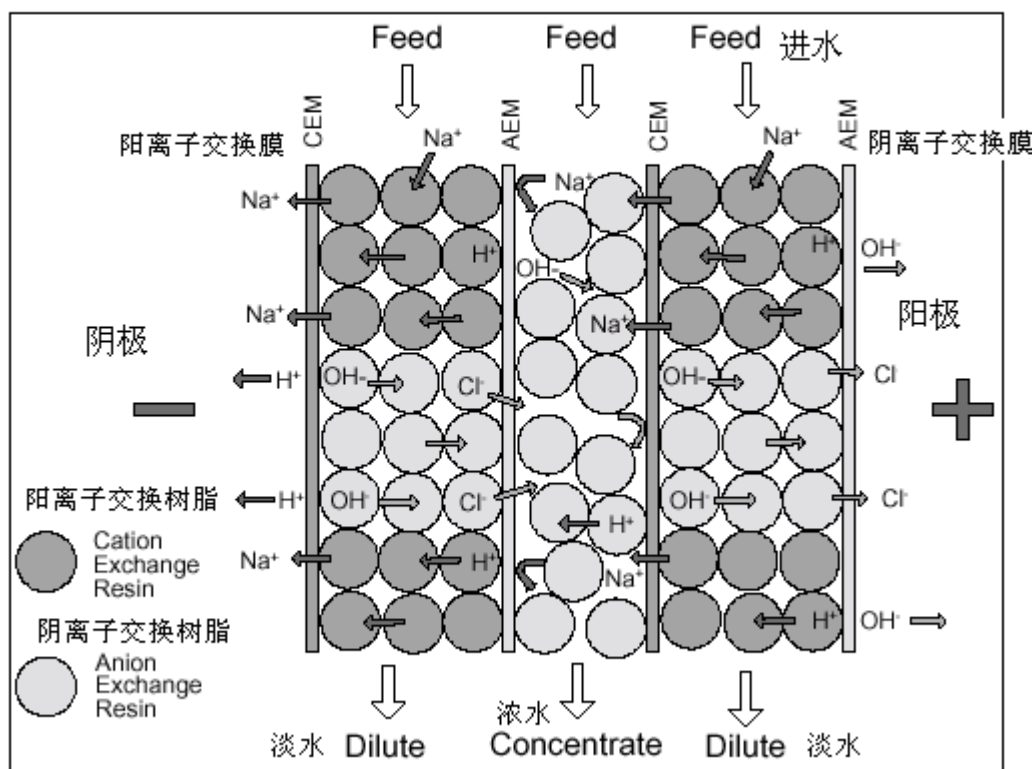
图6，在浓水室中填充树脂降低膜块电阻的效果图

Figure 6. The Effect of Concentrate Resin Filling on Module Resistance

为了显示浓水室树脂填充的作用，把两个模块在相同工作条件下对比。如图 6 显示。IP-LX 模块使用在浓水室中树脂填充，另一个为 E-Cell 第一代模块，没有浓水室树脂填充，在相同的温度下。使用 IP-LXM24 标准单元，在 25℃ 温度下，只用 38VDC 就获得了 3A 电流，这是在浓水室填充树脂的模块，带有盐注入的情况下得到的结果，是运行电压为 600VDC 的 6% 和功耗的 6%。

1.5 IP-LX

IP-LX 是层床填充的厚室 CEDI，如图 7 所示。图中显示由三层阳离子，阴离子，阳离子树脂填充在淡水室，这些树脂可以使用任何层数和层高，阳离子和阴离子的比例等。浓水室中也填充有树脂。IP-LX 厚室集合了所有 CEDI 装置的优点，实现了单位膜面积上较高的流量。这也是现有薄室混床 CEDI 的发展而实现的最新成果。



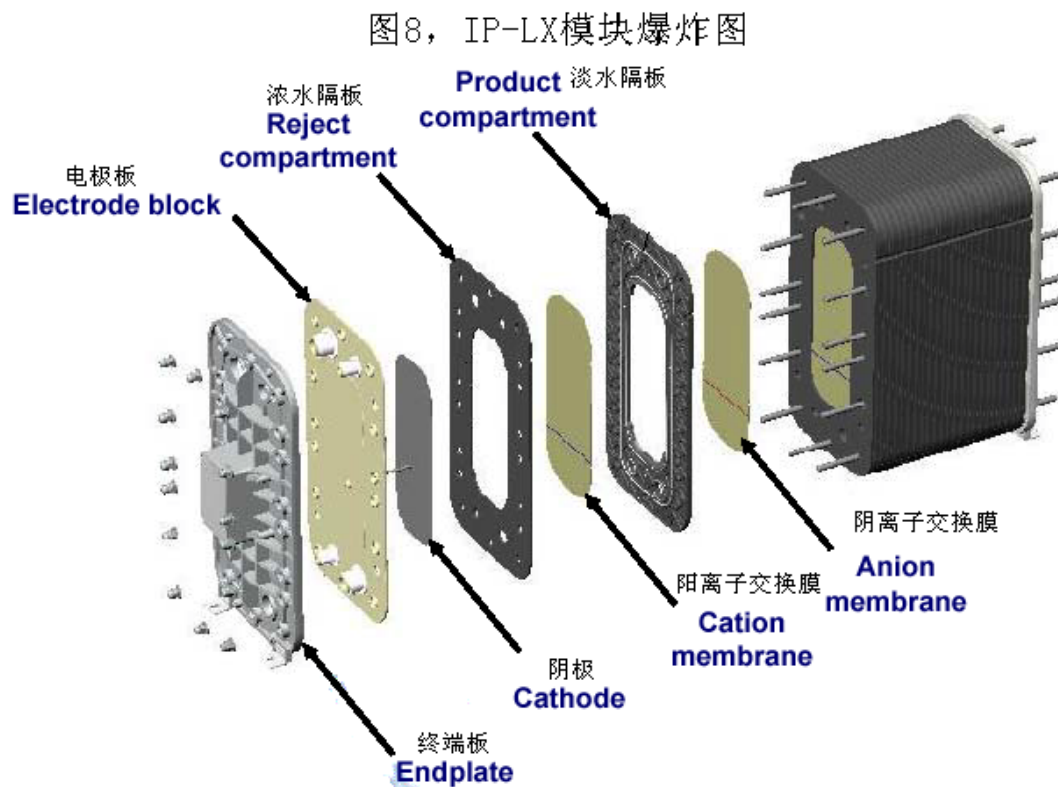
1.6 机械设计

厚室设计除了获得经济性的改善，还有其它方面的益处。厚的隔板使得在薄隔板情况下不可能的一些设计得以实现。如 IP-LX 中嵌在淡水隔板上的 O 型圈直接压紧在浓水隔板上产生预应力，这对以前的密封方式是一个极大的改进，这种密封方式使得系统能在超过 100PSI 的压力和高于 45℃ 温度下不会泄露。在 IP-LX 之前，其它 CEDI 装置依靠浓水隔板的衬垫效应进行密封，以防止外部和内部泄露。

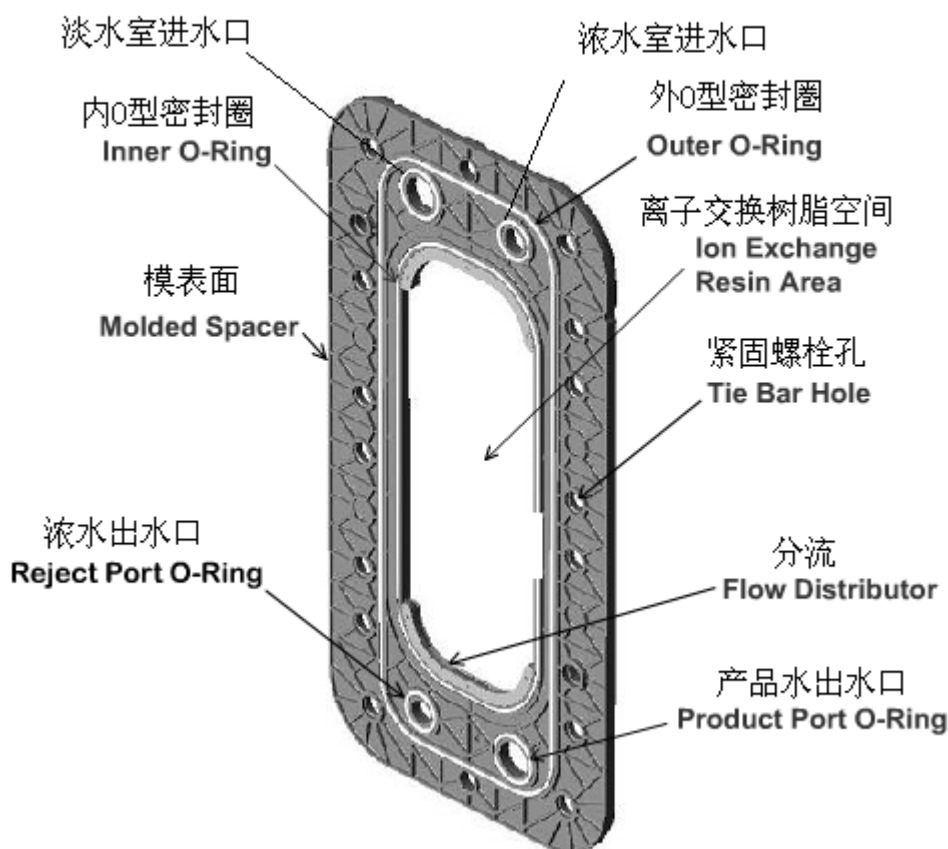
在模块发展过程中，装置的可靠性方面有许多考虑。承受较高的工作压力和运行温度以及对压力变化和流量波动的敏感程度是设计中首要考虑的问题。隔板材料选用硫化多酚和

氧化多酚家族材料。这些材料有足够的强度和能够承受超过 100℃的高温。可以使用在 80℃热水环境，满足卫生消毒的要求。

图 8 是 IP-LX 模块的爆炸图。隔板中心的空区域填充模块的树脂层。端盖上的四个大孔是进出水孔，周边环绕的小孔是绝缘螺栓的连接孔，使用螺栓将模块压紧。树脂床周围使用 O 型圈环绕密封，同样每个大孔也有 O 型圈密封。在树脂床和流道之间有两道密封，隔离产品水和浓缩排放水。模块四周的 O 型圈也是双层密封，防止泄漏。



淡水隔板图



树脂床四角的大圆弧对于模块机械部件的强度是重要的，这已经被机械模型所证实，采用有限元分析（EFA）法，以及严格的机械测试。众所周知饱和状态的树脂向再生状态转换时会膨胀许多。事实上，某些阴离子树脂能够膨胀 23%。实验显示层床膨胀能够产生大约 100PSI 内部静态压力。模块最大进水压力也是 100PSI。两者之和是 200PSI。没有任何硬支撑的密封圈被设计为能够承受 200PSI 的压力，而且要有两倍的安全系数。组装后的模块实际上由于端板和紧固螺栓承载，具有更高的安全系数。

1.7 热水消毒

如上所讲，垫圈材料选择了优良机械性能的材料，能够承受超过 100℃ 的温度。在现实中，制药行业需要 CEDI 在 80℃ 温度下系统运行。如果管道材料合适，唯一的限制是能否找到适合高温使用的离子交换树脂。因此进行的一项实验，测试一个制药实验系统在水温 80℃ 条件下，是否降低了模块的性能。试验进行了 156 次，相当于每周一个循环，共运行了 3 年的时间。每个循环包括一小时内水温从 27℃ 上升到 80℃，保持在 80℃ 水温一小时，30 分钟平缓降温。循环由 7 次，26 次，52 次，102 次，上升到 156 次，模块由 R0 供水。在每次循环后，模块的性能没有下降的征兆。

1.8 可靠性

因为 CEDI 使用了模块化技术，多个小流量的模块能够组成大流量的系统。模块构成了

一个冗余的系统。如果某一模块发生故障，只要简单地将其从系统中拿掉，系统其它部分照常工作，模块修复或更新后重新装上即可。基于相同的理由，用一个专用的监测器检测系统监视系统中每一个模块的工作状况，使系统总成本降低。如果检测到部分模块失效，控制器使损坏部分的模块退出工作，直到修复或更新。唯一的监测器也有一定程度的柔性，附加的显示系统能够监视模块的工作状况。

1.9 无再循环泵

因为浓水室填充了离子交换树脂，因此不需要浓水循环泵。另外，浓水室中注射盐水也不需要，因为填充离子交换树脂解决了浓水室电阻大的问题。减少了系统设计的复杂性，成本，化学以及电力消耗，也能防止在电极产生氯气。在多个 IP-LX 实际应用场合测试氯气浓度小于 0.01PPM。在某些使用场合，通过排放水和极水的回用，使零排放成为可能，CEDI 实现了 100%的回收率。

第 2 章 IP-LX 模块和系统的市场机会

1. 制药行业
2. 食品和饮料
3. 蒸汽动力
4. 微电子
5. 工业
6. 医院和大学
7. CEDI 模块和系统的替换
8. 其它

3.0 进水要求

参数	
进水水源	反渗透膜
进水当量电导率	<40 μ S/cm
硅	<1 ppm 以 SiO ₂ 计
铁, 锰, 硫	<0.01 ppm
氯/氯化物	<0.02 ppm 以 Cl ₂ 计
硬度	<1.0 ppm 以 CaCO ₃ 计
溶解的有机物	< 0.5 ppm TOC 中的 C 计
PH 值	4-11

*如果进水参数超标， 咨询制造商请求帮助。

3.1 运行参数

温度	
最高进水温度	45°C
最低进水温度	5°C
压力	
最高进水压力	7Bar @ 1-45°C
最低进水压力	见压力降

压力降	
最小流量时	0.69-1.03 Bar
正常流量时	1.72-2.41 Bar
最大流量时	2.76-3.45 Bar

*如果进水参数超标，咨询制造商请求帮助。

3.2 LXM-10 流量 m³/hr (gpm)

LXM-10	最小	正常	最大
进水	0.61 (2.75)	1.26 (5.5)	1.83 (8.25)
产品水	0.55 (2.5)	1.14 (5)	1.65 (7.5)
排放水	0.06 (0.25)	0.12 (0.5)	0.18 (0.75)

3.3 LXM-24 流量 m³/hr (gpm)

LXM-24	最小	正常	最大
进水	1.58 (6.95)	3.16 (13.9)	4.74 (20.85)
产品水	1.42 (6.25)	2.84 (12.5)	4.26 (18.75)
排放水	0.16 (0.7)	0.32 (1.4)	0.48 (2.1)

*进水和排放水流量按回收率为 90%计算。

3.4 LXM-30 流量 (m³/hr)

LXM-30	最小	正常	最大
进水	1.83 (8.25)		
产品水	1.65 (7.5)	3.3 (15)	4.95 (22.5)
排放水	0.18 (0.75)		

*进水和排放水流量按回收率为 90%计算。

3.5 标准产品定货信息

零件号举例:

IP-LXM

30

X

 -

1

模块容量

10	10-cell (LXM-10)
24	24-cell (LXM-24)
30	30-cell (LXM-30)

应用

X: 不能用热水消毒的模块 MK: E-cell 兼容模块
H: 能用热水消毒的模块 UP : 高超纯水模块

修订号

3.6 结构材料（改进设计）

浸湿零件	材料	联邦注册
淡水&排放水隔板，径向	硫化多酚	21 CFR 177.1560
淡水&排放水隔板，非径向	改性氧化多酚	21 CFR 177.2460
端块	热塑弹性橡胶	21 CFR 177.2600
淡水 O 型圈	FDA 级丁晴橡胶	21 CFR 177.2600
排放水 O 型圈	FDA 级丁晴橡胶	21 CFR 177.2600
树脂分隔间 O 型圈	FDA 级硅胶	21 CFR 177.2600
阴离子交换树脂 1	苯乙烯/DVB，强基，I 型	21 CFR 173.25
阴离子交换树脂 2	苯乙烯/DVB，强基，II 型	21 CFR 173.25
阳离子交换树脂	苯乙烯/DVB，强酸	21 CFR 173.25
阴离子交换膜	异向 PE/AER	21 CFR 173.20
阳离子交换膜	异向 PE/CER	21 CFR 173.20
阳极	钛镀铂	N/A
阴极	316 不锈钢	N/A
非浸湿材料		
端板	铝	N/A
连接杆	316 不锈钢	N/A
连接杆套	多酚	N/A
连接杆 O 型圈	丁晴橡胶 ?	N/A
连接杆套管		N/A

*电极只接触排放水，不接触淡水

3.7 工厂流程

组装	全部在工厂组装
接线	电极接线盒在工厂接线
试验	液压试验，通电试验，全功能试验

3.6 结构材料（改进设计）

浸湿零件	材料	联邦注册
淡水&排放水隔板，径向	硫化多酚	21 CFR 177.1560
淡水&排放水隔板，非径向	改性氧化多酚	21 CFR 177.2460
端块	热塑弹性橡胶	21 CFR 177.2600
淡水 O 型圈	FDA 级丁晴橡胶	21 CFR 177.2600
排放水 O 型圈	FDA 级丁晴橡胶	21 CFR 177.2600
树脂分隔间 O 型圈	FDA 级硅胶	21 CFR 177.2600
阴离子交换树脂 1	苯乙烯/DVB，强基，I 型	21 CFR 173.25
阴离子交换树脂 2	苯乙烯/DVB，强基，II 型	21 CFR 173.25
阳离子交换树脂	苯乙烯/DVB，强酸	21 CFR 173.25
阴离子交换膜	异向 PE/AER	21 CFR 173.20
阳离子交换膜	异向 PE/CER	21 CFR 173.20
阳极	钛镀铂	N/A
阴极	316 不锈钢	N/A

非浸湿材料		
端板	铝	N/A
连接杆	316 不锈钢	N/A
连接杆套	多酚	N/A
连接杆 O 型圈	丁晴橡胶 ?	N/A
连接杆套管		N/A

*电极只接触排放水，不接触淡水

3.7 工厂流程

组装	全部在工厂组装
接线	电极接线盒在工厂接线
试验	液压试验，通电试验，全功能试验

3.8 结构尺寸：

参数	LXM-10	LXM-24	LXM-30
高	60.5cm	60.5cm	60.5cm
宽	31.80cm	31.8cm	31.8cm
深	35.3cm	56.6cm	66.5
运输重量			
运行重量	50kg	100kg	

3.9 管路连接

参数	LXM-10	LXM-24	LXM-30
淡水入口	1-1/4" BSPM	1-1/4" BSPM	1-1/4" BSPM
淡水出口（产品）	1-1/4" BSPM	1-1/4" BSPM	1-1/4" BSPM
浓水入口	3/4" BSPM	3/4" BSPM	3/4" BSPM
浓水出口	3/4" BSPM	3/4" BSPM	3/4" BSPM

所有的连接均有端面密封，要求专用接头。详见第三章和第五章。

3.10 模块图（平面图和立面图）

LX 系列平面图和立面图



4.0 最小直流电力需求

参数	LXM-10X	LXM-24X	LXM-30X
直流正极电压	0-200VDC	0-480VDC	0-600VDC
电流, 安培	6A/模块	6A/模块	6A/模块
直流负极	接地	接地	接地

4.1 直流电源设计指导

4.1.1 使用分散式供电系统为模块供电（单个模块电源）。

（见 4.2, 以下为 IONPURE 集中供电系统）

4.1.2 使用单一控制柜为每个模块供电

4.2 直流电源总成—单模块

零件号	说明
IP-LXSA10-240 (42/S4501-060)	LXM-10 电源总成-240VAC 外电源
IP-LXSA10-208 (42/S4501-062)	LXM-10 电源总成-208VAC 外电源
IP-LXSA24-240 (42/S4502-060)	LXM-24 电源总成-240VAC 外电源
IP-LXSA24-208 (42/S4502-062)	LXM-24 电源总成-208VAC 外电源
IP-LXSA30-480 (42/S4503-060)	LXM-30 电源总成-380VAC 外电源
IP-LXSA30-600 (42/S4503-062)	LXM-30 电源总成-380VAC 外电源

以上电源总成将单相/三相交流电转换直流电：（可选）

LXM-10 : 100 或 200 VDC

LXM-24 : 300 或 400 VDC

LXM-30 : 480 或 600 VDC

所有电源总成包括：

NEMA 4 电控柜

30A 保险或断路器

变压器

电源控制器板

显示板（装在门上）显示直流电压和电流

反渗透膜联锁终端

流量开关联锁终端

电源总成不包括电导/电阻或流量仪。

4.3 电源零部件

零件号	描述
03/31139-01	直流电源板 LXM-24
03/31139-02	直流电源板 LXM-10
03/31140-01	显示/控制板，单模块
TAB	显示/控制板，单模块，NEMA4
TAB	显示/控制板，多模块，NEMA4
03/31141-01	6' 平电缆，单模块控制板
03/31103-02	2.5KVA 变压器，208/240VAC 单相
03/31103-01	5KVA 变压器，208/240VAC 单相
03/31567-01	5KVA 变压器组，480VAC 三相
03/31567-02	5KVA 变压器组，400VAC 三相
03/31567-03	5KVA 变压器组，575VAC 三相
03/31504-01	15KVA 变压器组，480VAC 三相
03/31504-02	15KVA 变压器组，400VAC 三相
03/31504-03	15KVA 变压器组，575VAC 三相
03/31138-01	20KVA 变压器组，480VAC 三相
03/31138-02	20KVA 变压器组，400VAC 三相
03/31138-03	20KVA 变压器组，575VAC 三相

4.4 备件

零件号	描述
TBD	LXM-10 保险
TBD	LXM-24 保险

4.5 电源配置—LXM-24 2 模块系统（480VAC，三相）

元件	数量	零件号
LXM-24 电源板	2	03/31139-01
显示/控制板。单模块	2	03/31140-01
6' 平电缆，单模块控制板	2	03/31141-01
双 5KVA 变压器，480V	1	03/31567-01

4.6 电源配置—LXM-24 3 模块系统（480VAC，三相）

元件	数量	零件号
----	----	-----

LXM-24 电源板	3	03/31139-01
显示/控制板。单模块	3	03/31140-01
6' 平电缆, 单模块控制板	3	03/31141-01
15KVA 变压器	1	03/31504-01

4.5 电源配置—LXM-24 4 模块系统 (480VAC, 三相)

元件	数量	零件号
LXM-24 电源板	4	03/30556-03
显示/控制板。单模块	4	03/31140-01
6' 平电缆, 单模块控制板	4	03/31141-01
20KVA 变压器, 480VAC 三相	1	03/31138-01

注: 4.4-4.6 条电气和连线符合当地电气规范。见第 6 章典型接线图。

5.0 管道接头—IP-LX 模块

每一个 IP-LX 模块都有 4 条管路接口。要求使用带有管螺纹、能靠端面密封的专用接头, 模块连接尺寸如下, 供参考:

位置	模块连接尺寸
进水 (淡水入口)	1-1/4" BSP 公螺纹
产品水 (淡水出口)	1-1/4" BSP 公螺纹
排放水进口 (浓水入口)	3/4" BSP 公螺纹
排放水出口 (浓水出口)	3/4" BSP 公螺纹

对不同的管路系统有几种形式的接头可以选择。清单列在后面。软管膨胀接头带有一个活接头的螺母, 用于接头与模块拧紧, 并且接头可以转动。所有其它管接头直接连接到模块, 对于需要转动的管路或需要卡箍或法兰连接

注: 市场上购买的 BSPF 管接头或许太深, 造成密封不严。IONPURE 对使用非 IONPURE 接头而造成的泄漏不负责。

IP 样本号	BSPF 接头型号	尺寸
49/S4502-1211	接头, PPRO, 进水/产品水	1"
TBD	接头, PPRO, 排放水	小
9926	软管接头, 玻璃填充 PPRO, 进水/产品水	1" 内径接口
9925	连接螺母, 玻璃填充 PPRO, 进水/产品水	用于 9926
9928	软管膨胀接头, 玻璃填充 PPRO, 排放水	3/4" 内径接口
9927	连接螺母, 玻璃填充 PPRO, 排放水	用于 9928
49/S4502-1271	法兰, PPRO, 进水/产品水	1" 法兰
49/S4502-1281	法兰, PPRO, 排放水	1/2" 法兰
TBD	龙头, CPVC, 进水/产品水	1" 管
TBD	龙头, CPVC, 排放水	3/4" 管

每个 IP-LX 模块都有 4 个管路接口，要求使用带有管螺纹能靠端面密封的专用接头，模块的连接尺寸如下，供参考：

5.1 软管总成—IP—LX 模块

IP 目录号	描述	端头
TBD	产品水，1”内径软管，长 TBD	1” NPTM
TBD	排放水，3/4”内径软管，19.5”长	3/4” NPTM
TBD	产品水，1”内径软管，18”长	开口
TBD	排放水，3/4”内径软管，18”长	开口

注：也有定做的软管总成，咨询工厂请求帮助

5.2 测试工具

测试工具用于启动和运行 IP-LX 系统测试

分析	哈克型号	最小分辨率	Ionpure 部件号
CO ₂	CA-23 (#143601)	1.25 mg/l	KIT143601
CL ₂	CN-70 (#1454200)	0.02mg/l	KIT1454200
硬度	HA-71A (#145201)	1 mg/l	KIT145201
硅	SI-7 (#2255000)	0.02 ppm	KIT2255000

5.3 工具

描述	Ionpure 部件号	用途
19mm 超深套筒扳手	IP-LXSOCKET	连接螺杆拧紧
4 手柄扳手	IP-LXHANGLES	模块搬运

6.0 电源要求

模块	直流电流	直流电压
LXM-10X	每模块 6A	200 VDC
LXM-24X	每模块 6A	480VDC
LXM-30X	每模块 6A	600VDC

6.1 控制和仪表

水流	控制	仪表
进水	节流阀	压力,取样
淡水	节流阀, 单向阀	压力,取样,流量,电导/电阻,模块取样口
浓水入口	节流阀	压力
排放水	节流阀,单向阀	压力,取样,流量

6.3 可选控制和仪表

水流	控制	仪表
进水	CIP 连接,模块截止阀,自动截止阀(常开)	电导
淡水	CIP 连接,模块截止阀,淡水转移自动截止阀(常闭)	增加在线测试取样点
浓水入口	模块截止阀	
排放水	CIP 连接,模块截止阀	
淡水转换	自动截止阀(常开)	

6.3 安全保护要求

6.3.1 产品水或排放水流量过低报警

在设备带电运行中,由于流量过低或断流造成模块发热。模块必须防止发生过热,它将引起 IP-LX 模块永久性损害。我们建议在淡水或排放水流量其一低于正常流量 50%时设置报警。当使用 IONPURE 电源时, 流量报警系统在出现淡水或排放水流量其一低于正常流量 50%时, 自动报警并且切断电源。

6.3.2 RO&CEDI 联锁

由于 RO 和 CEDI 联锁,可以防止 IP-LX 模块过热。当 RO 向 CEDI 供水时,外电源才向 CEDI 电源控制器供电。当 RO 不向 CEDI 供水时, 外电源不向电源控制器供电。当 CEDI 的供水来自水泵时, 在水泵电机与 CEDI 之间有相似的联锁设置。

6.4 可选择的安全保护

6.4.1 淡水质量低保护 (CEDI 产品水)

如果淡水质量不符合要求, 将切断水流。自动阀门用于切换产品水和产品转移水, 当 CEDI 产品水质低或含二氧化硅高等, 进行切换。

6.4.2 进水质量低保护 (来自 RO 的供水)

用于 IP-LX 模块防止低质量的供水进入系统, 包括水过硬或含有杂质。另外在 RO 系统启动时, 防止高盐份的水进入 CEDI 系统, 造成 CEDI 中的树脂处于再生状态, 影响 CEDI 产品水质量。将二氧化硅这样的弱电解质限制在一定范围内是特别重要的。

6.5 环境条件

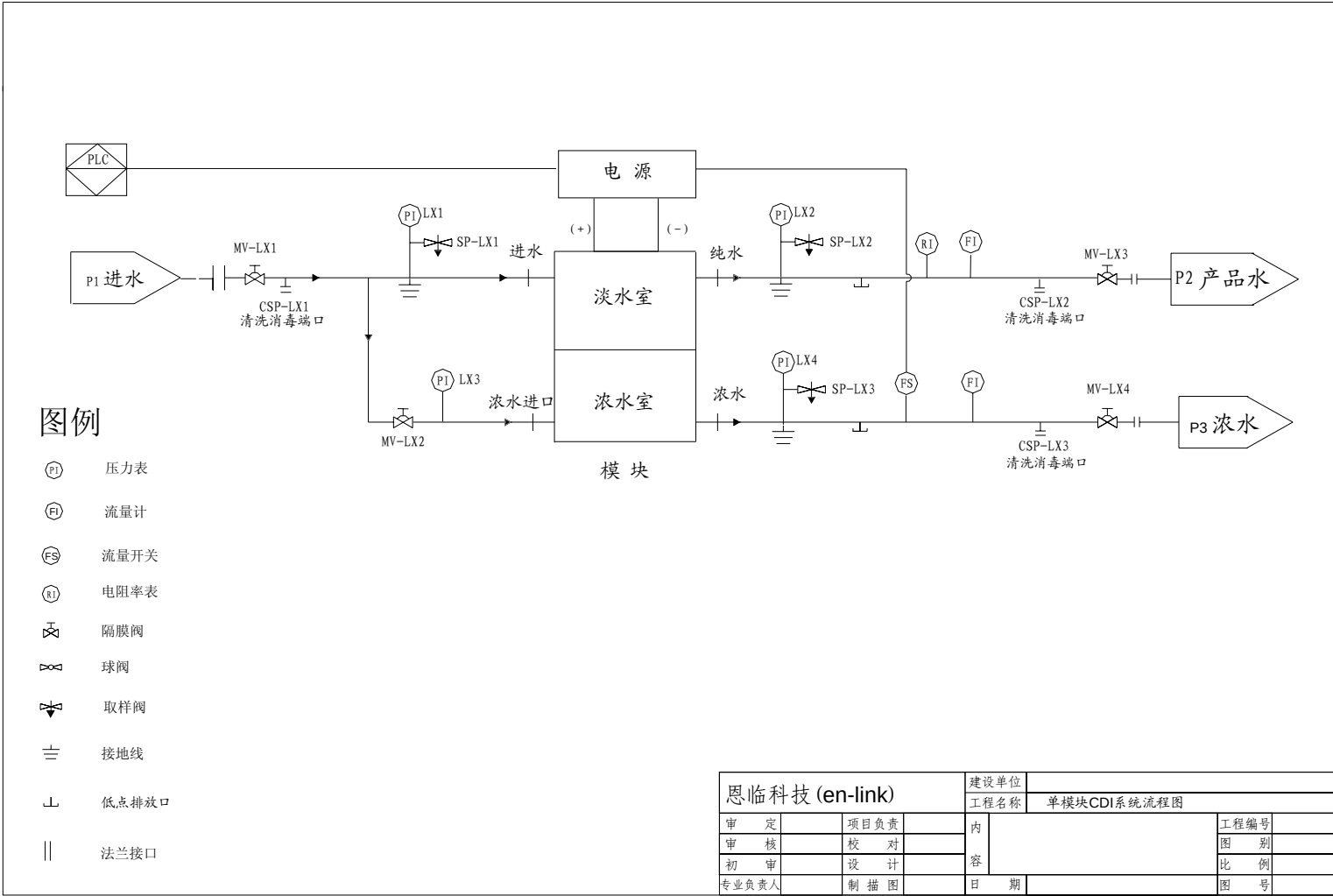
IP-LX 设备必须安装在室内阳光不直射的地方。最高环境温度不高于 40℃。系统能够承受 90%的湿度, 但是不允许有凝结水。

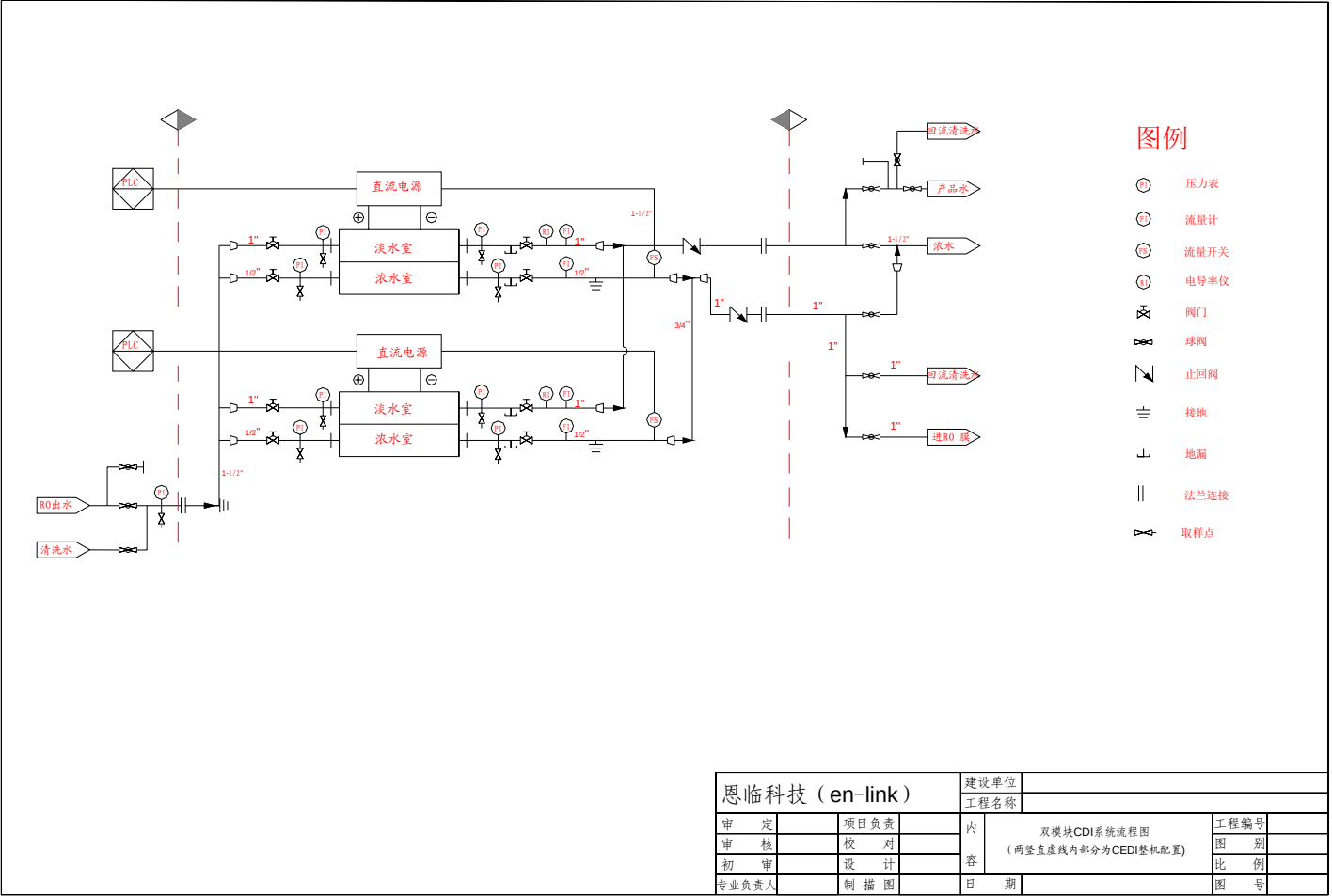
6.6 管路和设备图 (P&IDs)

典型的管路和设备图 (P&IDs) 如下:

S4802-000 单模块 LXM-10 系统

S4832-000 双模块 LXM-30 系统





6.7 电气原理图

典型的电气原理图如下：(略)

50058 单模块 LXM-10 系统

50059 单模块 LXM-24 系统

50060 四模块 LXM-24 系统

7.0 进水当量电导率（FCE）

CEDI 进水电导率概念源自需要简单的方法，估计 CEDI 装置的离子负荷。测定离子负荷的最好方法是进行水质的全面分析，确定离子浓度和离子组成，但是这是不现实的。习惯上是用简单的导电性测定代替全面的水分析。这可能引起明显的误差，象二氧化碳，二氧化硅这样的弱电解质不易被检测到。误差程度大小是不一样的，下表举例说明：

表 7-1 给定电导率下的最大污染物浓度

测量值 $\mu\text{S}/\text{cm}$	仅有 CO_2 存在, ppm	仅有 NaCl 存在, ppm
1.0	0.6	0.4
2.5	4	1.0
10.0	60	4.0

表中显示，电导率为 $10\mu\text{S}/\text{cm}$ 水，可能含有 4ppm 的 NaCl（假设水中只有这种物质），或 60ppm 的二氧化碳（令水中只有 CO_2 这种物质）。这不仅将对常规祛除离子过程有重大影响，对确立一套 CEDI 系统的设计也有重大影响。基于这个原因，我们引入 CEDI 进水当量电导率的概念，将象二氧化碳，硅盐等弱电解质的影响考虑进去。进水当量电导率（FCE）如下计算。

$$\text{FCE, } \mu\text{S}/\text{cm} = \text{实测电导} + (\text{ppm } \text{CO}_2 \times 2.66) + (\text{ppm } \text{SiO}_2 \times 1.94)$$

FCE 被用来预测 CEDI 产品水质量以及 DC 电流需要量。

在现场，CEDI 设备进水的 CO_2 浓度能够使用 Hach 测试箱，型号 CA-23（#143601）。测试箱的最小分辨值 1.25mg/l。Ionpure 的测试箱部件号 KIT143601。CEDI 进水电导可以用手持电导仪测量，如 Myron L 4P 型，或 RO 上的在线电导测量仪。

注：见第 10 章关于进水 TEA 讨论总可交换离子。

7.1 预测 CEDI 产品水质量

CEDI 产品水质量受到一些因素的影响，包括流量，进水浓度，和温度。公开的性能曲线两个变量的影响，Ionpure 提供了一个公开的基础的程序，描述产品水质量与进水质量的关系。

这个表单程序为 CEDIPro2000。需要 EXCLE97 或更高版本软件支持。包括一张 CEDIPro2000.2.6.xls 的文件。首先启动微软 EXCEL 软件，然后启动这个文件。

为了得到 CEDI 产品水的质量，需要 RO 预处理水的质量（来自 RO 系统或膜的制造商），或者 RO 供水的实际测量。CEDI 程序输入表样如下给出：

IONPURE Technologies LX Performance Projection

File Help

INFLUENT

Cations

NH4	0	ppm as CaCO3
Ca	0.02	ppm as CaCO3
Mg	0.2	ppm as CaCO3
Na	2.2	ppm as CaCO3
K	0	ppm as CaCO3
Fe	0	ppm as CaCO3
Cu	0	ppm as CaCO3
Ba	0	ppm as CaCO3
Sr	0	ppm as CaCO3
Al	0	ppm as CaCO3
Mn	0	ppm as CaCO3
Total	2.42	ppm as CaCO3

Anions

HCO3	1	ppm as CaCO3
CO3	0	ppm as CaCO3
SO4	0	ppm as CaCO3
Cl	1.42	ppm as CaCO3
NO3	0	ppm as CaCO3
F	0	ppm as CaCO3
Total	2.42	ppm as CaCO3

Other

H2S	0	ppm as H2S
SiO2	200	ppb as SiO2
CO2	11.26	ppm as CO2
pH	5.1	
TOC	0	ppm as C
Temp.	60	deg. F

EFFLUENT

Cations

NH4	0.00	ppm as CaCO3
Ca	0.00	ppm as CaCO3
Mg	0.002	ppm as CaCO3
Na	0.018	ppm as CaCO3
K	0.00	ppm as CaCO3
Fe	0.00	ppm as CaCO3
Cu	0.00	ppm as CaCO3
Ba	0.00	ppm as CaCO3
Sr	0.00	ppm as CaCO3
Al	0.00	ppm as CaCO3
Mn	0.00	ppm as CaCO3

Anions

HCO3	0.008	ppm as CaCO3
CO3	0.00	ppm as CaCO3
SO4	0.00	ppm as CaCO3
Cl	0.012	ppm as CaCO3
NO3	0.00	ppm as CaCO3
F	0.00	ppm as CaCO3

Other

SiO2	199.4	ppb as SiO2
CO2	0.092	ppm as CO2
pH	5.29	

System

Enter Job Name / File Reference:
ABC Industries

Units

Flow: gpm
Temp: deg. F
Ions: ppm as CaCO3
Pressure: psi

System Information

Product Flow Rate	20	gpm
Number of Modules	1	
Type of Module	LXM30X	
Flow Per Module	20	gpm
Service	Industrial	
Conductivity @ 25C	6.05	μS/cm
FCE	39.09	μS/cm
Max Recovery	90 %	
gpm per cell	0.667	
Salt Rejection	99.18%	
Pressure Drop	48	psi
Effluent Resistivity	3.14	megOhm

Run Projection Print/Preview

Warnings - Invalidate Projection

7.2 进水硬度

在任何时候，IP-LX 系统要求进水硬度小于 1.0ppm (CaCO₃)

实现这个要求需要如下方法：

RO 预处理系统上水之前加软化

RO 预处理系统下水之后加软化

单级 RO 系统预处理中加阻垢剂（对低硬度进水）

双级 RO 系统预处理中加阻垢剂（对高硬度进水）

确保 CEDI 进水硬度在任何时候都小于 1.0ppm 是非常重要的，并且不仅仅是 RO 系统在连续工作期间。系统如果没有 RO 软水系统必须如下设计：

RO 出水在进入 CEDI 之前，必须首先经过排放冲洗。

连续的 RO 系统，必须有手动水排放装置。

进水硬度能够使用 Hach 测试箱型号 HA-71A (#145201) 检测。这种测试箱的分辨值是 1mg/l。这种测试箱 Ionpure 的部件号是 KIT145201

7.3 水回收率

特别指出包括离子交换软化处理的 IP-LX 系统回收率为 95%。

IP-LX 系统不包括离子交换软化处理的，大约只有 90%或更低的水回收率。

特别指出：在某些情况下，回收率受到进水的硅盐浓度的限制，最大回收率如下计算：

$$\text{最大回收率, \%} = 100 - (4 \times \text{进水硅含量 ppm})$$

在现场，CEDI 进水硅含量必须用 Hach 测试箱 SI-7 (#2255000) 测量。这种仪器的最小分辨值为 0.02ppm (20ppb)。这种仪器 Ionpure 的编号为 KIT2255000。

7.4 脱氯

CEDI 进水不能检测到氯。

受到氯影响的 CEDI 模块不在质量保修范围内。

为满足上述要求，主要有三种处理方法：

颗粒活性炭（见 7.4.1）

注射硫酸氢钠或硫酸钠（见 7.4.2）

UV 祛除氯（见 7.4.3）

活性炭除氯比化学除氯好，因为它可靠而且没有微生物污染问题。UV 是除氯新的方法，它很难将氯完全祛除，特别是经过氯处理过的进水。

进水氯含量能够用 Hach 测试箱 CN-70(1454200)检测。这种仪器的最小分辨值为 0.02mg/l。这种仪器 Ionpure 的编号为 KIT1454200。

7.4.1 活性炭除氯

确保系统中活性炭过滤器大小能够完全消除进水中的氯，进水中氯的浓度必须引起重视。

Ionpure 通常设计进水在活性炭过滤器中至少停留 6 分钟。

7.4.2 加药除氯（替代品）

确保系统中加药系统大小能够完全消除进水中的氯，包括足够的仪器，及安全控制装置，确保 CEDI 进水符合要求，及加药系统可靠运行。

对于需要多种加多种药的预处理系统（例如硫酸氢钠，硫酸钠，氢氧化钠），我们建议每种药物都有独立的加药系统，并带有相应的搅拌系统。详细信息见应用注意事项 2002-xx

7.4.3 紫外光（UV）除氯

确保系统中紫外光（UV）大小能够完全消除进水中的氯，设计时一定要考虑进水中氯的浓度。

7.5 回用 CEDI 排放水

循环使用 CEDI 排放水到 RO 系统入水口有两个潜在的问题，即二氧化碳和氢气。CEDI 排放水再循环使用通常没有问题，但它必须首先被输送到敞口的容器中，便于排放氢气。

7.5.1 CEDI 排放水中的 CO₂

进水 CO₂ 能够通过 RO 系统，由 CEDI 消除，进入到排放水中。循环 CEDI 排放水到 RO 系统入水口将使 CEDI 进水的 CO₂ 浓度增加三倍，将要影响 CEDI 的性能。在预估 CEDI 的性能时，必须对此予以考虑。采用脱气装置或注入苛性硷（在 RO 之前），将可以防止三倍的 CO₂ 浓度的增加。

7.5.2 CEDI 排放水中的氢气

为了防止 CEDI 氢气聚集，必须首先将排放水放入与大气相通的水箱，不能直接进入 CEDI 压力管道。有关 CEDI 电极气体的更多信息，参照应用注解 2002-xx

7.6 典型的工艺设置：USP 纯水系统

软化/HWS GAC/筒式过滤/HWS RO/HWS IP-LX 系统

7.7 典型的工艺设置：高压锅炉给水

阻垢剂/GAC/筒式过滤/RO/ IP-LX/抛光床（可选）

7.8 典型的工艺设置：微电子/半导体级超净水

阻垢剂/化学除氯/筒式过滤/2 级 RO/膜排气/IP-LX/抛光床

8.0 确定排放水流量

首先决定 CEDI 系统能否允许水回收率。

IP-LX 包括离子交换软化系统通常 95%可回收率。

IP-LX 不包括离子交换软化系统通常 90%可回收率。

定义：水的回收率受进水硅含量的限制，最大回收率按下列公式计算：

$$\text{最大回收率, \%} = 100 - (4 \times \text{ppm 进水硅盐量})$$

注意：CEDI 系统回收率水量不超过 95%。

如回收率已知，排放水流量计算如下：

$$\text{排放水流量, gpm} = (\text{产品水流量, gpm}) \times (100 - R) / R \quad \text{这里 } R = \text{回收率 } \%$$

8.1 确定电流

确定电流需要如下信息：

产品水流量

CEDI 进水电导率（FCE，实测电导率，CO₂，硅盐）

电流效率 c.e（电流效率定义为盐的祛除量与实际电流的比率，以%计）

电流效率如下估算：

正常工作=10%

最佳祛除硅盐和二氧化碳的电流效率=5%

需要电流估算如下：

$$\text{电流（安培）} = (4.96)(\text{产品水, gpm/模块}) (\text{FCE, } \mu\text{S/cm}) / (\text{c.e})(\text{工作单元数/模块})$$

或

$$\text{电流（安培）} = (1.31)(\text{产品水, lpm/模块}) (\text{FCE, } \mu\text{S/cm}) / (\text{c.e})(\text{工作单元数/模块})$$

8.2 电源调整

IP-LX 电源正常工作是“恒定电流”。意味着电源连续提供上述计算的电流。电源电压需要调整（如果模块电阻变化）以保证电流恒定。进水限制尤其重要，因为 CEDI 电阻与温度成反比例变化。

8.3 压力平衡

正常的 CEDI 产品水出口压力维持在高于排放水 2 至 5PSI。保持“净水”压力高于“脏水”能够防止对产品水污染的“交叉泄漏”。

因为 IP-LX 模块的排放水压力降比产品水压力降小，因此产品水比排放水在进口处压力大得多。

如果产品水出口处压力大大高于排放水压力（大于 10PSI）将要引起产品水质量下降。

8.4 确定是否需要化学清洗

下列情况需要化学清洗：

- 1) 温度和流量不变，产品水压力增加 50%； 或
- 2) 温度和流量不变，排放水压力增加 50%； 或
- 3) 温度和流量，进水电导率不变，产品水质量下降； 或
- 4) 温度不变，模块电阻增加 25%。

8.4 确定是否需要化学清洗

下列情况需要化学清洗：

- 5) 温度和流量不变，产品水压力增加 50%； 或
- 6) 温度和流量不变，排放水压力增加 50%； 或
- 7) 温度和流量，进水电导率不变，产品水质量下降； 或
- 8) 温度不变，模块电阻增加 25%。

8.5 选择恰当清洗程序

系统清洁或消毒有不同得解决方案，取决于需要消除的物质：

- 1) 2%盐酸：用于消除水垢和金属氧化物。
- 2) 氯化钠/氢氧化钠（5%盐水/1%碱）：用于消除有机物和生物膜
- 3) 碳酸钠：消除有机膜和颗粒及清洁。
- 4) 醋酸：用于常规清洁和杀菌
- 5) 组合清洗：对于重生物污染系统使用组合清洗方案，先酸洗，然后碱洗，碳酸清洗。
- 6) 详细的清洗程序如下：

注：如果不能确定污染物是水垢或有机物，首先使用盐酸，然后是盐水和碱洗。

8.6 化学清洗设备

警告：清洗装备的材料必须耐受清洗溶液的腐蚀性。如果使用热水消毒，须确认装备允许在 80℃工作。

注意：在进行和消毒之前，必须彻底冲洗所有的管路及系统，防止碎片杂质损坏系统。

8.6.1 化学清洗箱

每一个 LXM-24 的 CEDI 模块清洗箱容积建议是 50 加仑（200 升）。可选择聚乙烯和玻璃

钢（FRP）的箱体材料。热水清洗可用 316 不锈钢容器。

8.6.2 化学清洗泵

清洗泵的出口压力最小为 30PSI（2 Bar），为 LXM-10 模块提供的最小流量为 6gpm，LXM-24 模块 15gpm，LXM-30 模块 17.5gpm。选用流量较大的泵把旁路水抽回水箱。与输送介质接触的泵的材料必须耐受清洗液的腐蚀。对于大多数清洗液，塑料的耐受性能良好。但某些塑料或许不适应热水消毒的温度。在清洁或化学消毒时，如下表所示调整流量：

	每个模块的流量， gpm (lpm)		
	IP-LXM10	IP-LXM24	IP-LXM30
产品水	3-5 (11-19)	7-13(26-49)	10-15(40-59)
排放水	0.3-1(1-4)	1-2(4-8)	1.3-3(5-11)

8.7 系统化学清洗或消毒的准备工作

- 1) 关闭电源
- 2) 关闭 IP-LXM 系统进水阀
- 3) 将清洁泵出水口与 IP-LXM 进水 CIP 接口连接
- 4) 将模块的排放水出口及产品水出口连接到清洗水箱。
- 5) 检查管路连接良好。
- 6) 断开清洗泵旁通阀
- 7) 闭合清洗泵出口阀直到准备将清洁溶液泵入 IP-LX 系统。

注：清洁程序基于管路如图 8-1 安装。如果管路连接不同，需要更改这些程序。

警告：避免皮肤直接接触化学物品。请带护目镜和防护服装。

警告：为减少化学喷溅，在拆解化学管路时首先释放管内压力。

警告：按照制造商容器标签的安全指导行事。

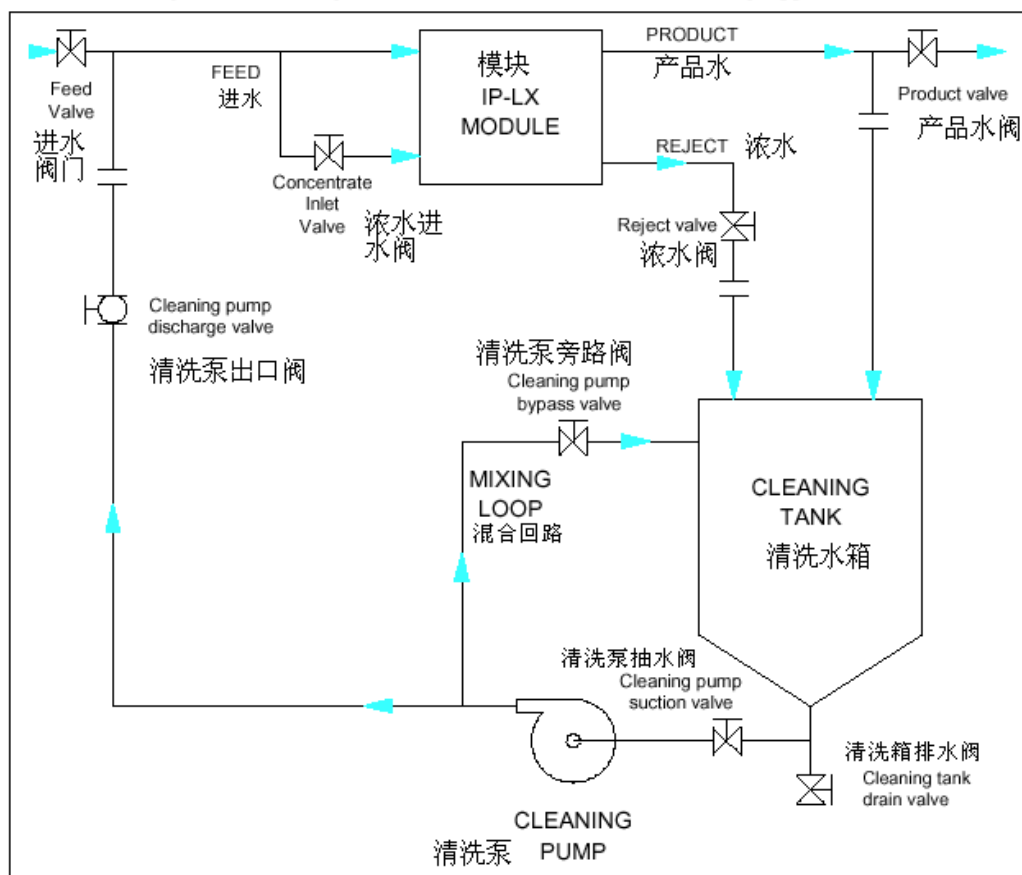
注意：排放水之前，检查水的 PH 值，保持其在许可值之内。

注意：清洗之前确保模块断电。

图 8-1 化学清洗设备结构图

图8-1 化学清洗设备结构图

Figure 8-1 Diagram of Recommended Chemical Cleaning Apparatus



8.8 酸清洗程序

8.8.1 步骤 1：再循环盐酸溶液

注：下表给出最小的盐酸需求量。有时需要额外的盐酸以保证对结垢模块的效果。在循环过程中随时检测溶液的 PH 值。如果 PH 值开始上升，则加酸以保持大约 0.5 的 PH 值。

步骤 1 所需化学药品 (2%盐酸)	IP-LXM10	IP-LXM-24
水(RO 预处理水或 CEDI 产品水)	13 加仑 (50L)	26 加仑 (100L)
36.5%盐酸	0.55 加仑(2.15L)	1.1 加仑(4.3L)

- 1) 准备 IP-LXM 系统清洗，确认清洗水箱排水阀是关闭的。
- 2) 向清洗水箱注入需要的水。
- 3) 混合适量的 36.5%的盐酸。
- 4) 打开清洗泵吸口阀门及清洗泵旁通阀全开。
- 5) 开动清洗泵
- 6) 当化学品混合完毕，逐渐打开清洗泵和阀，关闭清洗泵旁通阀，调整产品水和排放水流量。
- 7) 循环溶液 30 分钟。
- 8) 在循环过程中，监测溶液的 PH 值。如果 PH 值升高，加盐酸保持 PH 增加值在 0.5 至

1.0 范围。

- 9) 关闭清洁泵。
- 10) 监测 PH 值。如果需要，中和酸性。排空水箱。

8.8.2 步骤 2：盐冲洗到排放

步骤 2 所需化学药品（5%氯化钠）	IP-LXM10	IP-LXM-24
水（RO 预处理水或 CEDI 产品水）	24 加仑（90L）	47 加仑（180L）
氯化钠	10 磅（4.5 千克）	20 磅（9 千克）

- 1) 从清洗水箱断开产品水和排放水出口管，直接排放。
- 2) 水箱充水
- 3) 溶解食盐
- 4) 启动清洁泵，冲洗模块大约 3 分钟
- 5) 关闭清洁泵
- 6) 清洗水箱排空

8.8.3 步骤 3：水冲洗排放

化学药品需求	不需要
--------	-----

- 1) 关闭清洗泵出水阀。产品水管路和排放水管路直排，并将清洗设备与模块断开。
- 2) 启动进水系统。缓慢启动进水阀，RO 出水流经模块排放。
- 3) 冲洗残余溶液后，断开清洗设备。
- 4) 在模块不加电的情况使 IP-LX 模块工作 5 分钟，缓慢的增加电压。

8.9 盐/碱清洗程序

8.9.1 步骤 1：清洗溶液循环

步骤 1 化学药品需求（2%盐酸）	IP-LXM10	IP-LXM-24
水（RO 预处理水或 CEDI 产品水）	13 加仑（50L）	26 加仑（100L）
氯化钠	5.5 磅（2.5 千克）	11 磅（5 千克）
氢氧化钠固体或 50% 溶液	1.1 磅（0.5 千克） 0.17 加仑（0.6L）	2.2 磅（1 千克） 0.34 加仑（1.3L）

- 11) 准备 IP-LX 系统清洗，确认清洗水箱排水阀是关闭的。
- 12) 向水箱注入适量的水。
- 13) 打开清洗吸入阀及清洗泵旁通阀全开状态。
- 14) 开动清洗泵
- 15) 在水箱中投放定量的氯化钠
- 16) 在水箱中投放定量的氢氧化钠
- 17) 当化学品混合完毕，逐渐打开清洗泵出口阀，同时关闭清洗泵旁路阀，调整产品水和排放水流量。
- 18) 在模块中循环溶液 30 至 60 分钟。
- 19) 关闭清洁泵。
- 20) 监测 PH 值。如果需要，中和碱性。排空水箱。

8.8.3 步骤 3：水冲洗排放

化学药品需求	不需要
--------	-----

- 5) 产品水管路和排放水管路与水箱断开，并且直接排放。
- 6) 关闭水泵出口阀。
- 7) 启动进水系统。缓慢启动进水阀，允许 RO 产品水流经模块排放。
- 8) 冲洗残余溶液后，断开清洗设备。
- 5) 在模块不加电的情况使 IP-LX 模块工作 5 分钟，缓慢的增加电压。

8.10 过碳酸钠清洗/消毒程序

过碳酸钠是碳酸钠和过氧化氢化合物。具有杀菌和减少有机物污染和堵塞的效果。另外，它能有效的消除生物膜。

在用过碳酸钠消毒之前和之后，使用 5%的氯化钠溶液，冲洗 IP-LX 模块。其中第一次冲洗消除金属离子，尤其是钙，镁离子等。

8.11.1 步骤 1：第一次盐水冲洗并排放

化学药品需求 步骤 1（5%盐酸）	IP-LX10	IP-LXM-24
水(RO 预处理水或 CEDI 产品水)	23.5 加仑（89L）	47 加仑（180L）
氯化钠	10 磅（4.5 千克）	20 磅（9 千克）

- 21) 准备对 IP-LX 系统清洗和消毒，确认清洗水箱排水阀是关闭的。
- 22) 向水箱充适量的水。
- 23) 在水箱中投放定量的氯化钠
- 24) 打开清洗泵吸入阀及清洗泵旁通阀全开状态。
- 25) 模块的产品水和排放水直接排放。
- 26) 当化学品混合完毕，打开清洗泵，逐渐打开清洗泵出口阀，关闭清洗泵旁路阀，调整模块产品水和排放水流量。
- 27) 模块冲洗 3 分钟。
- 28) 关闭清洗泵。
- 29) 排空水箱。

8.11.2 步骤 2：水冲洗排放

化学药品需求 步骤 2	IP-LX10	IP-LXM-24
水(RO 预处理水或 CEDI 产品水)	23.5 加仑（89L）	47 加仑（180L）

- 9) 水箱充适量的水
- 10) 开启清洗泵，冲洗大约 3 分钟，水直接排放。
- 11) 关闭水泵
- 12) 排空水箱

8.11.3 步骤 1：高碳酸钠清洗溶液循环

化学药品需求 步骤 3	IP-LX10	IP-LXM-24
水(RO 预处理水或 CEDI 产品水)	13 加仑（50L）	26 加仑（100L）

100%碳酸钠 Na_2CO_3	1.1 磅 (0.5 千克)	2.2 磅 (1 千克)
30%过氧化氢 H_2O_2	0.3 加仑 (1.1L)	0.6 加仑 (2.2L)

- 30) 关闭清洗泵出口阀
- 31) 产品水管路和排放水管路与水箱连接
- 32) 向水箱充适量的水。
- 33) 在水箱中投放定量的碳酸钠，并使其完全溶解后，再下一步。
- 34) 将 30%过氧化氢 H_2O_2 溶液投放水箱
- 35) 打开清洗泵吸入阀及清洗泵旁通阀全开状态。
- 36) 启动清洗泵，当化学品混合完毕，逐渐打开清洗泵出口阀，关闭清洗泵旁通阀，用于调整产品水和排放水流量。
- 37) 溶液在模块中循环 30 分钟。会产生一些气体，另外在这个过程中模块压力将会下降。
- 38) 关闭清洗泵。
- 39) 监测 PH 值。如果需要，中和碱性。排空水箱。

8.11.4 步骤 4：盐冲洗到排放

化学药品需要步骤 4	IP-LXM10	IP-LXM-24
水 (RO 预处理水或 CEDI 产品水)	23.5 加仑 (90L)	47 加仑 (180L)
氯化钠 NaCl	10 磅 (4.5 千克)	20 磅 (9 千克)

- 7) 从清洁水箱断开产品水和排放水出口管道，改为直接排放。
- 8) 水箱充水
- 9) 溶解食盐。
- 10) 启动清洗泵，冲洗模块大约 3 分钟。
- 11) 关闭清洗泵
- 12) 排放水箱水。

8.8.3 步骤 5：水冲洗排放

化学药品	不需要
------	-----

- 13) 关闭清洗泵出水阀。产品水管路和排放水管路直接排放，并且将清洗设备与模块断开。
- 14) 启动进水系统。缓慢打开进水阀，使 RO 出水流经模块排放。
- 15) 冲洗残余溶液后，断开所有清洗设备。
- 4) 在模块不加电的情况使 IP-LX 模块工作 5 分钟，缓慢的增加电压。

8.13 过氧乙酸消毒程序 (图略)

在过氧乙酸消毒之前和之后，使用 5%的氯化钠溶液，冲洗 IP-LX 模块。前一次冲洗消除金属离子，尤其是钙，镁离子等。

化学清洗溶液的构成为：4%浓度的过氧乙酸和 20%浓度的过氧化氢的组合。对不同起始浓度要求，通过改变过氧乙酸的比例实现。

8.13.1 步骤 1：第一次盐水冲洗并排放

起始盐冲洗的目的在于祛除金属离子，尤其是钙，镁离子等。

化学需要步骤 1（5%盐酸）	IP-LX10	IP-LXM-24
水(RO 预处理水或 CEDI 产品水)	23.5 加仑（89L）	47 加仑（180L）
氯化钠	10 磅（4.5 千克）	20 磅（9 千克）

- 40) 准备对 IP-LXM 系统清洗和消毒，首先确认清洗水箱排水阀是关闭的。
- 41) 向水箱充适量的水。
- 42) 在水箱中投放定量的氯化钠
- 43) 打开清洗泵吸入阀，清洗泵旁通阀全开状态。
- 44) 模块产品水和排放水直接排放。
- 45) 启动清洗泵，当化学品混合完毕，逐渐打开清洗泵出口阀，关闭清洗泵旁通阀，调整产品水和排放水流量。
- 46) 模块冲洗 3 分钟。
- 47) 关闭清洗泵。
- 48) 排空水箱。

8.13.1 步骤 2：水冲洗排放

化学步骤 2	IP-LX10	IP-LXM-24
水(RO 预处理水或 CEDI 产品水)	23.5 加仑（89L）	47 加仑（180L）

- 16) 水箱充水
- 17) 开启清洗泵，冲洗大约 3 分钟，水直接排放。
- 18) 关闭水泵
- 19) 排空水箱

8.13.1 步骤 3：过氧乙酸清洗溶液循环和浸泡

化学药品需求 步骤 3	IP-LX10	IP-LXM-24
水(RO 预处理水或 CEDI 产品水)	13 加仑（50L）	26 加仑（100L）
过氧乙酸溶液	0.13 加仑（0.5L）	0.26 加仑（1L）

- 49) 关闭清洗泵出水阀
- 50) 模块产品水管路和排放水管路与水箱连接
- 51) 水箱充适量的水
- 52) 在水箱中投放定量的过氧乙酸
- 53) 打开清洗泵吸入阀及清洗泵旁通阀全开状态。
- 54) 启动清洗泵，逐渐打开清洗泵出口阀，关闭清洗泵旁通阀，用于调整产品水和排放水流量。
- 55) 溶液在模块中循环溶液 30 分钟
- 56) 关闭清洗泵
- 57) 使系统在过氧乙酸中浸泡 90 分钟以上
- 58) 监测 PH 值。如果需要，中和酸性。排空水箱。

8.13.4 步骤 4: 盐冲洗到排放

化学药品需要 步骤 4	IP-LX10	IP-LXM-24
水 (RO 预处理水或 CEDI 产品水)	23.5 加仑 (90L)	47 加仑 (180L)
氯化钠 NaCl	10 磅 (4.5 千克)	20 磅 (9 千克)

13) 从清洁水箱断开产品水和排放水出口管，直接排放。

14) 水箱充水

15) 溶解食盐

16) 启动清洗泵，冲洗模块大约 3 分钟。

17) 关闭清洗泵

18) 排空水箱

8.13.1 步骤 5: 水冲洗排放

化学药品需求	不需要
--------	-----

20) 关闭水泵出口阀。模块产品水和排放水直接排放，并且将清洗设备与模块断开。

21) 启动进水系统。缓慢打开进水阀，使 RO 出水流经模块排放。

22) 冲洗残余溶液后，断开清洗设备。

4) 按照手册初始启动第三部分，在模块不供电的情况使 IP-LX 模块工作 5 分钟，缓慢的增加电压。

8.13.1 用组合程序清洗和消毒（对于生物污染）

注意：本清洗程序只适用重度生物污染，不是常规消毒。

这种组合程序消毒共 8 步：

1) 2%盐酸处理（步骤见上述）

2) 5%氯化钠冲洗

3) 水冲洗

4) 2%碱洗（方法见上述碱洗方法，但不用氯化钠和双倍碱洗）

5) 水冲洗

6) 1%过碳酸钠处理（见过碳酸钠清洗程序）

7) 5%氯化钠冲洗

8) 水冲洗

热水消毒

注意：确认 IP-LX 模块是能够承受热水消毒的型号。热水进水压力小于 10PSIG 防止模块损坏。

8.13.3 步骤 1 升温

注意：水温度逐渐升高，避免模块热冲击。

备注：以下清洗程序基于 p6-4 页的图 6-1。

1) 系统清洗准备。排水阀 CIP-7 关闭

2) 用 RO 预处理水或 CEDI 产品水为水箱充水

- 3) 全开 CIP-9 和 CIP-8 阀门
- 4) 关闭 CIP-2 阀门
- 5) 开启清洗泵
- 6) 缓慢打开 CIP-2, 重新调整 CIP-9 维持系统压力在 5-10PSIG
- 7) 打开水加热器 (图 6-1 未显示) 缓慢加热水温至 80℃, 5-10 分钟。

8.13.2 步骤 2: 保持温度

- 1) 维持上步设置的要求
- 2) 设置温度控制维持水温 80℃+/-2℃
- 3) 继续维持循环 1 至 2 个小时

8.13.3 步骤 3: 降温

- 1) 维持上步程序设置
- 2) 关闭加热器和清洗泵
- 3) 排放水箱一半的水, 通过 CIP-7 阀。然后关闭 CIP-7 阀
- 4) 重新启动水泵, 用通过 IP-LX 的循环水, 逐渐的增加 (RO 预处理或 CEDI 出水) 常温水进入清洗水箱。大约 5-10 分钟后, 水温从 80℃ 下降到 45℃ 以下。
- 5) 关闭所有阀门。断开清洗系统和产品水、排放水连接管路, 直接排放。
- 6) 在电源关闭的情况下, 用 RO 预处理的水冲洗模块 5 到 10 分钟。在这个过程中, 调节水流量达到正常值。
- 7) 完成冲洗后, 接通电源供电。
- 8) 监测产品水质量。当产品水水质达到要求, 关闭模块进水。模块重新连接到正常管路状态。
- 9) 再调整流量和压力。

8.14 典型的 IP-LX 工作单

日期								
时间								
系统	进水硬度 (CaCO ₃)	ppm						
	进水含氯(Cl ₂)	ppm						
	进水二氧化碳(CO ₂)	ppm						
	进水电导率	μ S/cm						
	产品水质量	μ S/cm						
	水温	℃						
	产品水流量	t/h						
	排放水流量	t/h						
	回收率	%						
	进水压力 PI-1	bar						
	产品水压力 PI-3	bar						
	产品水压降 (PI-1) - (PI-3)	bar						
	浓水进口压力 PI-2	bar						
	排放压力 PI-4	bar						

	排放水压降 (PI-2) - (PI-4)	bar						
模块 A	电压	伏特						
	电流	安培						
	模块电阻	欧姆						
模块 B	电压	伏特						
	电流	安培						
	模块电阻	欧姆						
模块 C	电压	伏特						
	电流	安培						
	模块电阻	欧姆						
模块 D	电压	伏特						
	电流	安培						
	模块电阻	欧姆						
模块 E	电压	伏特						
	电流	安培						
	模块电阻	欧姆						
模块 F	电压	伏特						
	电流	安培						
	模块电阻	欧姆						

9.0 机密要求综述

本文包括了有关 Ionpure 及其成员的文件和信息。完全包括了设计理念和信息，以及信心。有些文件不能转让，只能在某些情况下借用，不能泄密，复制，转借，或没有 Ionpure 许可转借其他人使用。在任何情况下决定权属于 Ionpure。所有知识产权受到法律保护。按照 Ionpure 的要求，文件连同复印件或摘录，及所有相关的备注和解释，必须在 Ionpure 的指导下返还 Ionpure 或销毁。文件转借者须承诺以上条款和条件。

9.1 标准销售程序

9.1.1 应用条款

这些条款提供的服务（包括没有限制的功能性的任何货物），讲述了服务对象的服务条款和销售代理协议，定单和知识产权（Ionpure 文件）。无论是否包括在 Ionpure 的协议中，这些条款是用户必须接受的前提。Ionpure 排除任何与之冲突的条约或用户文件。

9.1.2 付款

用户应该为 Ionpure 的产品先行付全款，以及额外的税，用户支付关税或其他有关的政府收费。如果 Ionpure 先行付款，用户应立即返还，所有付款必须在接到发票后 30 内付款。客户还要支付 1.5% 的月利息或最高的法定利息，按照 Ionpure 实际垫资发生的费用（包括代理费）。所有定单属于信用条款或文件。

9.1.3 服务范围

Ionpure 提供特别的解释，在销售文件在正常的销售时间，除非 Ionpure 有其他文件。超时服务需求或要求需要按照 Ionpure 有关超时付费条款向 Ionpure 付费。如果用户需要 Ionpure 服务文件范围以外的服务，Ionpure 要将提供服务的消耗的时间，材料需求按照 Ionpure 标准的条款和条件，以及达到的效果，写成文件。除非 Ionpure 有另外的文件。

9.1.4 材料的所有权

所有装置，设备（除了货物），设计（包括图纸，计划和说明书），预算，价格，注解，电气数据和其他文件及预备的和已披露的信息，与 Ionpure 提供服务相关的，所有与总体产权相关的（包括那些不受限制的辅助货物），都将保留 Ionpure 的所有权。Ionpure 承认用户不唯一，不可转让的许可证，推动客户使用商品和享受设备服务。没有 Ionpure 的书面许可，客户不能将上述信息透露给第三方。

9.1.5 更改

Ionpure 不对服务条款进行任何更改，客户和 Ionpure 达成详细的文件，包括相关的费用，工期或其他契约描述。并且包括更改协议的法律依据。

9.1.6 Ionpure 对 CEDI 部件和附件总体保修

Ionpure 保修由于在材料上和制造上缺陷，保修期从产品运出到使用一年期间。Ionpure 没有其他保修条款，表达或暗示。保修提供的数据，说明书和 Ionpure 的产品解释发布在 Ionpure 的公开目录上或产品文献不能改变，除了 Ionpure 签署的官方文件。任何表述，口语或文字，与保修或出版物不一致的，不能被采信。

如果发生保修协议规定的事实，Ionpure 的唯一责任是维修和替换。在保修期内，任何有材料上或制造上的缺陷的产品或部件，Ionpure 愿意和能够对其维修和替换非标准的 Ionpure 产品或部件。Ionpure 不承担伤害造成的经济损失或财产损失的间接责任。

9.1.7 IP-LX 模块限制性的分段保修期

1. Ionpure 保修，属于第 2 段第 d 节， Ionpure IP-LX 模块完成安装和在 3 年期以内，依照 Ionpure 产品的说明书，公布的样本，产品文献和数据表。

2. 特殊的保修条件

- a) 安装和操作与 Ionpure 相应的操作指导书和产品说明书一致。
- b) IP-LX 模块进水按照产品说明书中进水要求第四节的要求操作
- c) 在 IP-LX 产品模块服务期内，进水测试日志必须每天完整测试以下数据：全部硬度，全部含氯，压力和温度。
- d) 在 IP-LX 产品模块服役期内，产品水测试日志必须每天测试水质，控制器，连锁和报警器。每 6 个月，在操作指导书和系统设计说明书以及 Ionpure 新提供的数据的指导下进行各项功能测试。

如果不坚持按照 Ionpure 指导书和说明书操作，或进水不符合进水要求，则不符合保修条件。

Ionpure 没有其他的保修，特别和引申条款。没有特别针对性的保修条款。

3. 保修提供的数据，说明书和有关 IP-LX 描述，以及 Ionpure 发布的样本，产品文献和产品说明书，不能被签署到 Ionpure 的官方协议中。口头或文字的描述，与保修条款不同的不被认同。

4. 如果违反了前述保修条件，Ionpure 的责任底线，检查客户的操作和维修日志，在三年的保修期内，提供 IP-LX 模块，替换损坏的模块。客户迅速向 Ionpure 提供这样的损坏通报，并且付给“更换费”。这里所讲的“更换费”意味着报价单的公布价除以 36，再乘以全部保修月数（36）减去损坏模块享受服务的月数。对 IP-LX 模块限制性分段保修，在有效保修期时期内进行替换。如果模块损坏，Ionpure 愿意并能够对其修复和替换非标准的 Ionpure 产品或部件。Ionpure 不承担伤害造成的经济损失或财产损失的间接责任。

9.1.8 赔偿

赔偿，拒绝和保持对其他的主张，活动原因或招致第三方权利，由于使用方的疏忽对于人身伤害，死亡或确实的损害，。使用方将要单独应对这些事件，除非受害方放弃追述的权利。索赔方在索赔时，有如下义务（条件）：迅速告知相关方（除了赔付款责任方）。这里客户是赔付方，在保修期内，第四章第 6 节和 b 节提供了如何防止索赔的事项。

9.1.9 不可抗力

在极端气候或其他不可抗力条件下，Ionpure 或客户没有任何违约责任（付款义务除外）。包括罢工或其他劳动力短缺或纠纷，火灾，事故，战争或民事纠纷，装运延期，供货失误，法律变更或政府的其他作为，或不受当事双方控制的事件。

9.1.10 合同解除

一方将合同解除的 Ionpure 文件书面照会给另一方当事人。如果客户取消或延迟定单，客户将要根据由于取消或延迟给 Ionpure 造成的直接损失赔付违约金。

9.1.11 义务的限制

尽管任何事情都有反面，Ionpure 不能对任何结果都负有责任，偶然的，特殊的，惩戒的或其他间接的危害，Ionpure 的全部责任发生在任何时间或相关的服务或货物或使用中，其中不包括在协议中的按价付款。

9.1.12 出租设备

Ionpure 的出租设备在任何时候都属于 Ionpure，在安装过程中用户提供的材料除外，不能将所有权转移到用户名义之下，使用权除外。客户协议包括不能向第三方抵押，出借，出让滞留权，或引起对技术秘密的兴趣，占有部分所有权，或重新部署设备。客户需要同意为违反本段条款承担赔偿责任。客户将要享受到合同规定的完好的设备和工作效率。

在租借期满或终止合同的时候，用户要迅速的可靠的使出租设备返还给 Ionpure。用户允许 Ionpure 移走设备，拥有拆卸设备并且不受到法定程序约束。免除 Ionpure 由于侵入时的过失或损坏行动的赔偿权利。

9.1.13 杂记

这些条款与政府合同，他们被认为包含在联邦获得规章中。这些条款，与 Ionpure 的定单，购货合同或知识产权许可一起，包括完全的或唯一的伙伴（协议）和代替任何条款，除非 Ionpure 另有协议。在贸易的过程中，商务或失误用强迫任何协议条款修改。如果任何条款不能执行，这个条款应被限制执行，使合同的其他条款能够执行并有效。没有 Ionpure 的书面许可，用户不能分配或转让协议。协议必须遵守特拉华州的法律，并且与法律不冲突。

9.4 IP-LX 模块收回程序

在收回 CEDI 模块时，需要收回许可号。

9.5 IP-LX 模块收回许可表

收回许可号	
用户公司名称	
用户地址	
用户联系人	

用户电话	
Ionpure/Vivendi 水部门	
Ionpure/Vivendi 联系人	
IP-LX 模块型号/目录号	
IP-LX 模块系列号	
启始日期和/或服务日期	
IP-LX 预处理工艺过程	
问题综述	

10.0 重要联络

10.1 常见问题

10.1.1 进水说明

问：IP-LX 模块能否象 TFC RO 膜那样处理少量的氯？

答：事实上，两者都不能承受游离态的氯。无论是 RO 膜和 CEDI 模块在氯浓度 0.05ppm 这样低的情况下，都会受到损害。可是，CEDI 模块比 RO 膜在受到氯侵害时，首先受损是可能的。

问：为什么 IP-LX 模块对水硬度限制如此严格？

答：即使在相对较低硬度下，CEDI 浓水室也可能会形成水垢，这是由于 CEDI 系统高回收率和 pH 的变化。

问：为什么限制铁，锰离子进入 CEDI 模块，这些物质能够用离子交换方法祛除吗？

答：铁和锰能够被离子交换方法祛除，但问题是他们紧紧的吸附在离子交换树脂上，被氧化后形成沉淀。

问：为什么进水温度必须不低于 10℃？为什么当硅盐祛除为主时，最低温度描述要高于它？

答：CEDI 的电阻随温度降低而增加。CEDI 电源设计时考虑了水温到 10℃时模块电阻的增加。低于这一温度电阻会显著增加，靠电压补偿是不可行的。

问：Ionpure 的进水当量电导率 (FCE, μ S/cm) 和 E-cell 总交换阴离子数 (TEA, mg/l CaCO_3) 二者的区别。

答：Ionpure 的 FCE 和 E-Cell 的 TEA 都是描述 CEDI 进水负荷方法（包括二氧化碳，它是弱电解质，因此不能用通常的标准电导率测量）。使用 FCE 或 TEA，既在预测 CEDI 产品水质和计算所需电流时考虑了二氧化碳的影响。当溶解的二氧化碳进入 CEDI 设备，它与氢氧根离子反应并生成碳酸氢根离子。因为碳酸氢根是带电的，在直流电的作用下，从纯水中分离出。在碳酸氢根离开淡水室之前，也可能与氢氧根再发生反应，产生碳酸根离子。FCE 将二氧化碳折算成碳酸钙的当量浓度，使用已知的转换因子计算当量电导率：

$$\text{FCE} (\mu \text{ S/cm}) = ((\text{TDS, 基于碳酸钙总离子的浓度}) + \text{二氧化碳浓度} \times 1.14) \times 2.34$$

或

$$\text{FCE} (\mu \text{ S/cm}) = \text{实测的电导率} + \text{二氧化碳浓度} \times 2.67$$

上述方程假定把碳酸氢根和二氧化碳作为碳酸氢根祛除。

E-Cell 假定 E-Cell 模块中二氧化碳和碳酸氢根的比例被认为 30%的碳酸氢根和 70%的碳酸根祛除的。TEA 计算公式中，使用 1.7 乘数计算碳酸氢根和二氧化碳的 CEDI 进水。公式的 TEA 是：

$$\text{TEA (碳酸钙浓度)} = \text{TDS (基于碳酸氢根的碳酸钙浓度)} + (\text{二氧化碳浓度} \times 1.14 \times 1.7) + (\text{碳酸氢根浓度} \times 1.7)$$

问：TEA 与 FCE 的换算

答：TEA 与 FCE 没有直接的换算系数。如果已知 TEA，碳酸氢根和二氧化碳浓度，如下计算 FCE：

TEA = 15 ppm 碳酸钙

$\text{HCO}_3 = 2.5 \text{ ppm}$ 碳酸钙

$\text{CO}_2 = 3 \text{ ppm}$ CO_2

$$\text{TDS (碳酸氢根浓度)} = 15 - (2.5 \times 1.7) - (3 \times 1.14 \times 1.7) = 4.9$$
$$\text{TDS (基于全部离子浓度)} = 4.9 + 2.5 = 7.4$$
$$\text{FCE} = ((7.4) + (3 \times 1.14)) \times 2.34 = 25.3$$

注：如果 TEA 15 ppm 浓度的碳酸钙直接转换，没有乘 1.7 的系数，将得到 35.1 (15×2.34)；这个值显然大于 FCE 25.3 的值。

问：如何从 FCE 换算 TEA？

答：FCE 与 TEA 之间没有直接换算系数。如果已知 FCE，碳酸氢根和二氧化碳浓度，如下计算 TEA：

FCE = 30 μ s/cm

$\text{HCO}_3 = 1.5 \text{ ppm}$ 碳酸钙

$$\text{CO}_2 = 5 \text{ ppm CO}_2$$

$$\text{TDS(碳酸钙浓度)} = (30 + 2.34) - (5 \times 1.14) - 1.5 = 5.6$$

$$\text{TEA(碳酸钙浓度)} = 5.6 + (1.5 \times 1.7) + (5 \times 1.14 \times 1.7) = 17.8$$

注：如果用碳酸钙浓度直接转换 FCE，得到 12.8ppm (30+2.34)，，显然比 17.8 的 TEA 值大。

10.1.2 IP-LX 系统设计

问：CEDI 系统能否在室外安装？

答：CEDI 系统不能受阳光直射。如果环境温度高于 35℃或低于 10℃，不能装在室外。在任何室外安装，必须使用防潮的专用控制系统，耐受温度和其他的环境（雨，冰雨，雪）。

问：在 RO 之后，如果在 IP-LX 模块安装供水回路，是否可行？

答：是的，IP-LX 模块允许安装供水回路。在连续排放的情况下，CEDI 5%的排放水可以进入供水回路。

问：当流量低于正常流量时，得到 CEDI 的产品水质量是否较高？

答：IP-LX 模块单位流量非常高，因此可以从减少产品水流量和增加水的处理时间上得到品质改善。另外，产品水质量在高于正常流量时，质量会相应降低。CEDIPro2000 软件还不能预报低于正常流量下，产品质量的改善。我们希望增加这个能力。

问：CEDI 消除二氧化碳困难吗？为什么二氧化碳浓度在 CEDI 给水中如此重要？

答：CEDI 系统中二氧化碳的祛除如同象氯化钠这类盐的祛除。我们重视溶解在水中的二氧化碳基于两个主要原因。首先二氧化碳是弱电解质，不能被电导仪测量。第二，二氧化碳是 CEDI 系统的重要用碱负荷，因为它不能由 RO 消除。

问：能否用碱提高 CEDI 给水的 PH 值，祛除二氧化碳？

答：调整 PH 值必须在 RO 进水处才能改善 CEDI 的水质。提高 RO 出水 PH 值不能改善 CEDI 的产品性能。，提高 RO 进水 PH 值，使二氧化碳转成重碳酸盐消除，防止二氧化碳进入 CEDI 系统。

问：IP-LX 模块能够承受多大的压力？

答：IP-LX 模块在进口压力小于等于 100PSI，如果 CEDI 正常流量下压力降为 20PSI，最大承受背压为 80PSI。

问：为什么 IP-LX 系统不需要浓水循环泵？

答：在允许较高回收率的 CEDI 中使用浓水循环泵，在于增加浓水中的盐份，和降低模块电阻。较低的电阻在同样电压下通过较大的电流，改善模块性能。IP-LX 模块浓水室中，加有树脂，能够减低电阻。我们的浓水室厚度小于淡水室，这种淡水室有较高的回收率。综合上述结构设计特点可以省略浓水循环泵。

问：为什么 IP-LX 系统不需要在浓水室盐水注射？

答：盐水注射是为了减少模块的电阻。IP-LX 模块中，在浓水室中增加了树脂。在浓水室中注射盐水不能进一步减少模块电阻。

10.1.3 电源设计

问：为什么 DC 电源控制器前需要变压器？

答：增加变压器的目的是隔离交流电对直流输出的影响。交流电输入连接到 DC 控制器再连接到 IP-LX 模块电极，当 SCR 闭合时，交流电输入给控制器。因为电极接触到模块中的水，因此交流电输入直接与水接触了。

因此，如果不将 DC 控制器与交流输入隔离，交流电就不直接与水接触了。因为水通过管路和泵接地，因此交流电等于对地短路了，这是明显的结果。

事实上，我们使水流在进出 IP-LX 模块时良好接地，有如下原因：

防止操作人员接触水时，遭到电击。（如取样时）

防止排水设备形成事实上的阳极，造成设备加快腐蚀。

变压器的第二个用途是变换合适的交流电压作为 DC 控制器的输入电压。如 IP-LXM24 输入功率为 5KW，它的优先选择的输入电压为 208VAC，240VAC 和 380VAC，可选。次级电压为 220VAC，330VAC，可选。例如，变压器能够把单相 240VAC 交流电，转换成 330VAC 给 DC 控制器供电。

10.1.4 杂项

问：停机后启动，CEDI 系统的恢复产品水质需要多长时间？

答：典型的 CEDI 系统从停机启动到质量达标需要几秒钟。在清洗消毒连续停机几小时或整夜之后，恢复产品水质需要较长时间。

问：CEDI 系统消毒的间隔时间是多长？

答：消毒间隔由于用户的细菌种类和系统设计不同差别很大。一些系统从不消毒，通常消毒间隔为每周消毒到每个季度。

问：CEDI 树脂和模块的寿命

答：某些 CEDI 模块的寿命已经连续运行超过 10 年。通常模块的寿命为 3 至 5 年。使用寿命由多方面因素构成，包括水处理质量，预处理设计以及系统的管理和维修。

10.2 系统设计信息表

10.2.1 水的质量要求

平均产品水流量和单位： 最高产品水流量和单位： 其他潜在的流量条件：

需要/天或每周： 最大小时/天： 期望小时/天：

冗余: () 批/单一 (产品存储?) -加仑: _____ 100%排序 _____ %
最小运行长度: _____ 小时 最大再生时间: _____ 小时 最小出口压力: _____

10.2.2 进水综合

请配上 RO 和 CEDI 分析

水源: () 地表水 () 地下水 () 井水 其他: _____
温度最低/最高℃: _____ 浑浊/悬浮固体: _____ SDI 范围 (每年): _____
采用什么预处理技术或化学处理技术? _____
自由氯/总氯: _____ 氯胺使用: _____

10.2.3 产品质量要求

工业:

锅炉进水, 运行压力 (bar): _____
USP 净水器/USP WFI/CAP/WGI/AAMI (循环 1)
电子, IC 或设备线宽 (m): _____ ASTM 描述 E-_____

测量:

电导率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) < _____ 电阻 (M) > _____ pH _____
硅盐 (ppm/ppb) < _____ 颗粒, 最大 _____ 每毫升 _____ 微米 或较大
硬度 (ppm) < _____ TOC (ppm/ppb) < _____
CO₂ 或 O₂ (ppm) < _____ 细菌, CFU/ml < _____

专用离子/其他	保证点	单位	专用离子/其他	保证点	单位
_____	< _____	_____	_____	< _____	_____
_____	< _____	_____	_____	< _____	_____
_____	< _____	_____	_____	< _____	_____
_____	< _____	_____	_____	< _____	_____

10.2.4 场地限制和条件

场地分类 (如知道): _____
空间限制? 如有列出长 _____ 宽 _____ 高 _____ (英尺)
可用空间 _____ X _____ X _____

通道限制?

如有, 描述: _____
如可能, 画草图

应用限制?

列出影响典型的不可靠的或可能影响设备设计的设备

典型的设施是单相和三相电力, 压力进水, 仪器空气, 水流/热水, 冷水,

压力或大批化学供应，压缩空气/N₂ 排放，消耗的手持工具，天然气等。

气候限制？

工作产地在哪里（城市，国家）？_____ 室内 室外

列出任何特别限制（海拔高度，温度，存储短缺或断绝，含盐空气，等）

其他限制？

如有，检查或描述 在结构中的位置 唯一位置 不唯一

10.3 产品文献

11.1 案例研究的用途

在以后将得到应用